

陕西洛源金矿床地质特征及成因探讨

高菊生

(西北有色地勘局七一三总队, 陕西商州, 726000)

摘要 洛源金矿床分布于小秦岭金(铂)成矿带的西段。控矿岩系主要为一套中基性火山岩。区内顺层挤压破碎带及东西向、北东向、北西向断裂和节理发育。在顺层的挤压破碎带及节理裂隙中分布两种类型金矿, 即破碎蚀变岩型金矿及石英脉型金矿。文中根据三元论的观点, 分析了矿区的地层、构造及岩浆岩与金矿的关系, 认为地层提供了金的成矿物质, 构造提供了金矿的运移及沉淀场所, 燕山期岩浆热液为金矿质的活化提供了热动力, 矿床属热液改造型层控金矿床。

关键词 洛源金矿床 地质特征 控矿条件 矿床成因

1 区域地质概况

矿床位于华北地台南缘华(山)一崮(山)太古代隆起带与路家街—孤山村沉降带的接合部, 即青岗坪北东向深大断裂与路家街东西向复向斜西部翘起端的汇合部位, 区内出露地层有太古界太华群黑云斜长片麻岩和下元古界铁洞沟组石英岩、中元古界上熊耳群中基性火山岩及高山河群石英砂岩等。区内褶皱构造有北东向华一崮隆起及近东西向路家街复向斜, 断裂构造有东西向、北东向及北西向, 其中以东西向及北东向两组为主, 构成区内断裂构造骨架。岩浆活动强烈、种类多、数量大, 有黑云母花岗岩、角闪二长花岗岩、辉绿岩及中基性火山岩等, 区内矿产资源丰富, 主要矿种有 Mo、Cu、Pb、Zn、W、Au、Ag 等, 是我国重要的贵金属和有色金属资源基地之一。

2 矿床地质

2.1 地层

矿区出露地层为中下元古界(图1), 从老到新有如下所述。

2.1.1 下元古界铁洞沟组(Pt_1t) 出露在矿区北部, 青岗坪断裂两侧, 岩性为石英岩夹含磁铁绢云石英片岩。

2.1.2 中元古界上熊耳群(Pt_2x_3) 为矿区主要地层, 分为二个岩段, 二者呈渐变过渡关系。

下岩段: 下部为玄武岩、安山玄武岩; 中部为安山岩、杏仁状安山岩; 上部为英安岩、安山岩, 为矿区主要的含矿层位, 岩体周围安山岩有硅化、黑云母化。

收稿日期: 1997-10-12

作者简介: 高菊生, 男, 1965年生, 工程师。任西北有色地勘局713总队地勘分院院长。

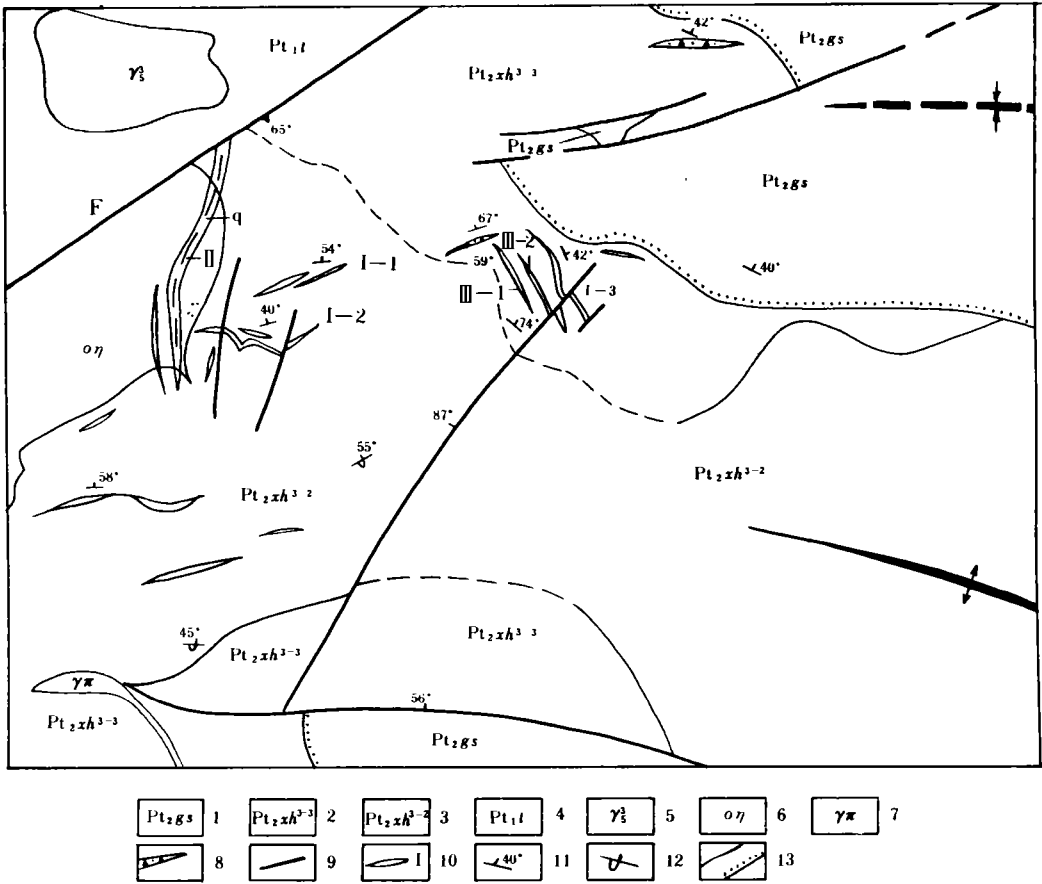


图 1 洛南县洛源银金矿区地质图

1. 高山河群; 2. 熊耳群上亚群上岩段; 3. 熊耳群上亚群中岩段; 4. 铁铜沟组; 5. 黑云母花岗岩;
6. 石英角闪二长岩; 7. 花岗斑岩; 8. 破碎带; 9. 断层; 10. 矿(化)体及编号; 11. 产状; 12. 倒转产状;
13. 地质界线、不整合地层界线

上岩段：下部为玄武岩、凝灰质玄武岩、凝灰质安山岩及凝灰质千枚岩；上部为砂屑凝灰岩、安山岩及凝灰质千枚岩，顶部有一层泥球状熔结凝灰岩，其上部岩性层为矿区主要的含矿层位。

2.1.3 中元古界药县系高山河群(Pt₂gs) 分布在矿区东部，仅出露下部层位，与下伏熊耳群不整合接触。分三个岩性段。

下段：灰白色厚层状石英砂岩，顶部层面见龟裂纹，底部有厚 1~5 m 的底砾岩。

中段：灰—灰紫色砂质凝灰质千枚岩夹杏仁状安山岩，薄层石英砂岩，砂岩与火山岩局部呈互层状，与下段界线清楚，与上段呈渐变过渡。

上段：灰白—灰紫色中—薄层石英砂岩夹层状凝灰质千枚岩。

2.2 构造

2.2.1 褶皱 熊耳群火山岩组成洛源倒转背斜, 轴向近东西, 倾向 $320^{\circ}\sim 35^{\circ}$, 倾角 $30^{\circ}\sim 60^{\circ}$, 轴部和翼部分别为熊耳群中段和上段, 南翼倒转。北翼形态不规整, 翼部发育顺层挤压破碎带。

2.2.2 断裂 区内发育北东向青岗坪深大断裂, 次级断裂有东西向、北东向、北西向及顺层挤压破碎带。顺层挤压破碎带是区内最主要的控矿构造, 主要发育于熊耳群上亚群中段及上段的上部层位中, 沿英安岩、砂屑凝灰岩及凝灰质千枚岩与安山岩的界面发育, 多呈斜列式或平行排布, 单体长约 $100\sim 700\text{ m}$, 宽 $0.5\sim 10\text{ m}$, 发育角砾状构造、碎裂构造带, 断续长达 $4\ 000\text{ m}$, 与地层产状一致, 控制了 I 号矿化带, 属容矿构造。

2.2.3 节理 区内剪节理发育, 成群、成带产出于杨家坪岩体的内外接触带, 矿区主要发育有三组; 北西向, 北东向及近东西向, 与矿区三组断裂构造相伴生, 沿节理充填褐铁矿化石英碳酸岩脉, 脉体规整, 平直、延伸较大, 倾向上陡缓相间, 产状陡处, 脉体较薄, 产状缓处, 脉体较厚, 显示出逆冲效应, 节理中的脉体, 金局部达工业品位, 形成 I、II 号矿化带, 属容矿构造。

2.3 岩浆岩

以燕山期中-酸性花岗侵入岩为主, 次为加里东期辉绿岩脉、闪长玢岩脉及煌斑岩脉, 其中以杨家坪角闪二长岩与金矿化最为密切。

杨家坪岩体: 沿青岗坪断裂上盘呈北东向楔形状, 长 5.5 km , 宽 $0.8\sim 2.5\text{ km}$, 与铁洞沟组石英岩呈断层接触, 与熊耳群中基性火山岩呈侵入接触, 接触面内倾, 倾角 $50^{\circ}\sim 70^{\circ}$, 形态不规整, 东西向、南东向分枝普遍, 岩性主要为石英角闪二长岩, 岩体内北西向、北东向破碎带、节理发育, 沿构造裂隙充填有含金多金属石英脉。

2.4 围岩蚀变

区内围岩蚀变总体不强, 蚀变作用严格受构造控制, 沿构造线及其两侧发育, 主要有绢云母化、硅化、钠长石化、高岭土化、铁锰碳酸盐化、黄铁矿化等, 其中以硅化、黄铁矿化及铁锰碳酸盐化与金矿化关系最为密切。

2.4.1 硅化 可分为三期:

a. 早期: 石英呈糖粒状产出, 与绢云母、细粒黄铁矿伴生, 构成早期的黄铁绢英岩化体, 为中基性火山岩的蚀变产物, 分布于早期蚀变岩中, 构成断裂破碎带的早期角砾。

b. 中期: 石英呈灰白—烟灰色, 中—粗粒, 致密团块状, 脉状, 破碎强烈, 波状消光, 穿插于早期黄铁绢英岩化体中或裂隙中, 常伴有黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿等矿化, 构成多金属石英脉。

c. 后期: 石英碳酸盐细脉分布于金属矿物裂隙中或石英粒间, 细脉中偶见方铅矿等硫化物。

2.4.2 黄铁矿化 与金矿化最为密切, 可分为二期:

a. 早期: 淡黄白色, 自形—半自形立方体, 微粒状, 粒径 $0.05\sim 0.08\text{ mm}$, 呈较均匀浸染状分布, 属早期黄铁绢英岩化产物, 在角砾状矿石的角砾中常见, 镜下未见显微金, 但可能有次显微金。

b. 晚期: 浅黄—淡黄色、他形、碎裂状、细—中粒状, 粒径 $0.17\sim 2\text{ mm}$, 一般 $0.3\sim 0.6$

mm, 普遍碎裂, 局部见方铅矿、黄铜矿交代, 呈不均匀的浸染状、团块状分布于多金属石英脉中, 含量约 6.34%~11.16%, 高倍镜见黄铁矿微裂隙中充填有银金矿。据单矿物分析, 金最高 520×10^{-6} , 最低 10.5×10^{-6} , 为主要载金矿物。经探针分析, 二期黄铁矿成分如表 1。

表 1 二期黄铁矿探针分析结果一览表(%)

样品号	矿物名称	Ag	Au	Fe	Te	S	Co	Ni	Se	Sb	As
A20-1	晚期黄铁矿	0.05	0.39	45.86	0.00	54.03	0.03	0.07	0.23	0.00	0.54
A22-1	晚期黄铁矿	0.00	0.22	45.54	0.85	54.39	0.01	0.11	0.25	0.08	0.22
19-4	早期黄铁矿	0.05	0.01	47.48	0.00	51.39	0.06	0.01	0.26	0.00	2.04
A22-4	早期黄铁矿	0.01	0.31	46.03	0.00	54.34	0.12	0.05	0.05	0.02	0.27
A20-2	早期黄铁矿	0.00	0.00	46.32	0.04	52.70	0.05	0.03	0.36	0.00	0.45

2.4.3 碳酸盐化 区内可见三期:

- 早期: 交代原岩斜长石及暗色矿物等, 呈交代变斑状, 基质重结晶时析出钙质, 形成粉末状白云岩、方解石集合体, 呈团粒状分布, 为围岩最早期的蚀变产物, 与绢云母、黄铁矿、石英等伴生。
- 中期: 细脉状, 与硅化石英形成石英方解石脉, 见有自然金, 有一定找矿意义。
- 晚期: 为表生期的产物, 较干净, 单一。

2.5 矿体特征

矿区内共发现 3 条较具规模的金矿带, 均赋存于 Pt_2xn^{3-2} 及 Pt_2xn^{3-3} 层位, 受顺层破碎带及剪节理控制, 在 3 条金矿带中可圈定出 5 条工业矿体, 长 100~225 m, 厚 0.2~25 m, 平均厚 1.02 m, 品位 Au 1.21×10^{-6} ~ 64.8×10^{-6} 。走向上矿体呈似层状或脉状, 金矿体主要有两种矿石类型, 即破碎蚀变岩型及石英脉型, 前者硅化强烈, 后期多金属石英脉叠加越充分, 金品位越高。反之, 金品位较低, 石英脉型金矿规模小、品位较高, 但极不均匀, 地表难圈定出工业矿体。

2.6 矿石矿物成分及结构构造

洛源金矿床矿石矿物比较简单, 除贵金属银金矿外, 主要金属矿物有黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿, 次要金属矿物有黝铜矿、磁铁矿、钛铁矿等, 氧化金属矿物有褐铁矿、斑铜矿、辉铜矿、蓝铜矿、孔雀石; 主要脉石矿物有石英、长石、绢云母, 次要脉石矿物有方解石等。

矿石具自形-半自形粒状结构、碎裂结构, 固熔体分离结构, 共边结构及各种交代结构。具有脉状构造、浸染状构造、角砾状构造、假象条纹状构造及土状构造等。

2.7 金的赋存规律

金在矿石中呈银金矿, 自然金产出, 淡亮黄色—亮黄色, 主要呈细粒状, 粒度为 0.01~0.04 mm, 其次为微粒状(粒度小于 0.01 mm), 两者占 90.69%, 粗粒及巨粒金少见。

金的产出形态主要为不规则细粒状, 约占 93.02%, 棒状、片状、枝杈状少见, 有 3 种赋存状态, 即裂隙金、包体金及粒间金。

金的载体矿物主要为黄铁矿、褐铁矿(多数为假象褐铁矿), 其次为石英, 且金绝大多数

集中于载体矿物中，金的成色为 665~856，属中低成色。

3 矿床成因探讨

3.1 控制条件

(1) 熊耳群中基性火山岩为金的矿源层。

a. 金矿体均分布于熊耳群或与其相邻的燕山期岩体中：熊耳群中的金丰度值为 $6.2 \times 10^{-9} \sim 10 \times 10^{-9}$ ，高出地壳维氏丰度，而区内其他地层和岩体的金丰度值均低于地壳维氏丰度（表 2）。

表 2 不同岩性地层及岩体的主要微量元素丰度

层 位	岩性名称	平 均 含 量					样品数
		Au(10^{-9})	Ag(10^{-6})	Cu(10^{-6})	Pb(10^{-6})	Zn(10^{-6})	
Pt ₂ xn ₃ ²⁻³	安 山 岩	10.0	0.174	65	48	103	20
	杏仁状安山岩	6.2	0.079	25	52	110	9
	玄 武 岩	7.2	0.286	17	50	168	3
	杏仁状玄武岩	7.5	0.075	14	31	114	7
	凝灰质千枚岩	0.4	0.03	<10	11	240	5
	英 安 岩	7.68	0.50				9
	砂屑凝灰岩	7.0	0.11				4
Pt ₁ t	云母石英片岩	3.1	0.210	35	13	33	15
	石 英 岩	1.5	0.133	44	35	61	7
	石英砾岩	1.7	0.111	23	13	14	4
Pt ₂ gs ₁ ¹	石英砂岩	2.55	0.112	<10	<10	30	20
	砂 质 板 岩	0.4	0.02	<10	<10	33	4
	凝灰质板岩	1.3	0.025	<10	<10	13	6
Pt ₂ gs ₁ ²	石英砂岩	0.4	0.095	13	<10	<30	8
	砂 质 板 岩	0.4	0.049	<10	<10	<30	9
Pt ₂ gs ₁ ³	石英砂岩	0.6	0.062	<10	<10	<30	10
	砂 质 板 岩	0.8	0.028	<10	<10	<30	10
角洛岔岩体		0.99	0.32	23.1	60	90.9	37
杨家坪岩体	角闪二长岩	0.808	0.168	21.0	130.21	81.06	50
花岗斑岩		0.43	0.029	<10	<10	<30	12
辉 绿 岩		2.33	0.117	15.4	139.6	98.6	35
闪长玢岩		1.91	0.028	<10	<10	<10	40
地壳元素丰度	（维氏值）	4.3	0.07	47	16	83	

b. 矿体硫同位素特征：破碎蚀变岩型矿石 $\delta^{34}\text{S} = -3.95\% \sim 3.79\%$ ，当石英脉型矿石 $\delta^{34}\text{S} = 3.95\% \sim 0.13\%$ 时差异不大。熊耳群中基性火山岩 $\delta^{34}\text{S} = -3.0\% \sim 3\%$ ，二者大体吻

合，说明矿石中硫质与熊耳群有关。

c. 矿体两侧：对于同一围岩金的微量元素含量，近矿围岩金显负异常，远矿围岩金丰度值接近区域背景值，显示异常特征，说明近矿围岩释放了部分金（图 2）。

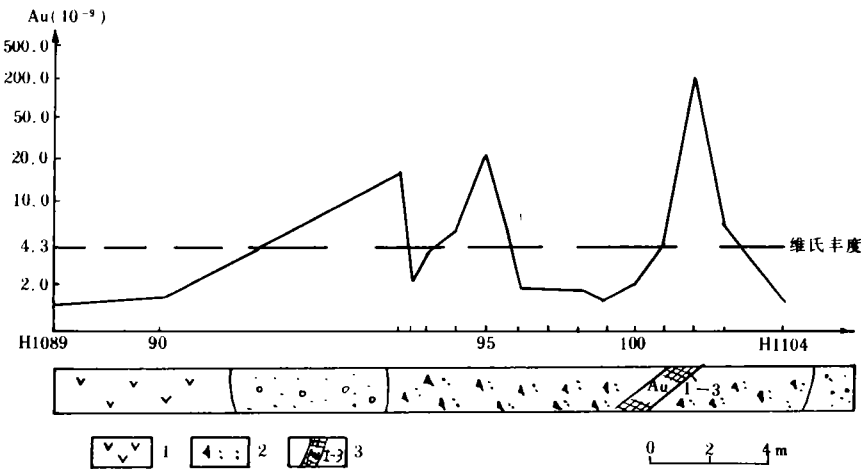


图 2 HTC 46 槽探 Au 原生晕含量曲线
1. 安山岩；2. 砂屑凝灰岩；3. 金矿体

(2) 断裂破碎带。节理为金的富集提供了空间，矿区中金的矿(化)体严格受断裂破碎带及节理控制。区内经历了两期主要的构造活动。加里东期，轴向东西的路家街复式向斜形成，矿区发育洛源倒转背斜。背斜北翼产生顺层挤压破碎带、节理（裂隙）等。燕山期，青岗坪断裂强烈活动，杨家坪岩体沿上盘侵入，断裂旁侧产生大量的北北东向及北西向次级断裂、节理。北北东向断裂呈逆时针错断顺层挤压破碎带，并切穿杨家坪岩体，北西向断裂呈顺时针错断顺层挤压破碎带，且穿插于岩体的内外接触带。北东向断裂则与青岗坪断裂同向，三者与青岗坪断裂的关系可用应变椭球体表示(图 3)。该两期构造活动产生的断裂、节理中均见蚀变矿化作用，为金的沉淀富集提供了场所。

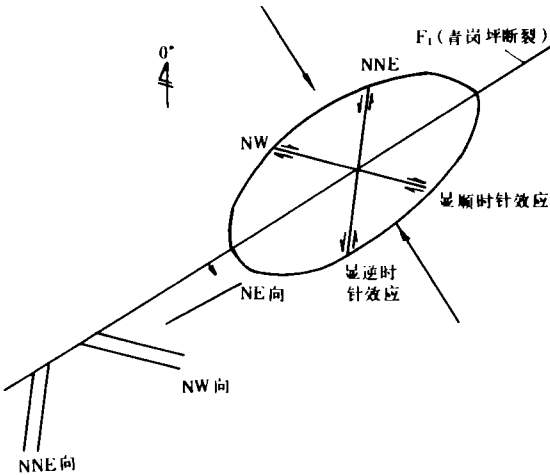


图 3 晚期构造的应力椭球体模式

(3) 岩浆岩为金的活化提供了热动力。期后热液还可作为金矿的运移介质。据原(次)生晕，平面上，当远离杨家坪岩体时，各矿化蚀变体元素比值呈有规律的变化， $Au \times 1\ 000\ Mo$ 。由西向东比值增大，说明离开岩体，在金含量较稳定的条件下，高温元

素钼含量降低,西部成矿时温度较高,热源充分,向东减弱,Pb/Cu亦有这种趋势。另外,岩体外接触带热接触变质作用较强,出现硅化带、黑云母带,金异常则围绕岩体呈环状分布。岩体中发育的北西及北东向剪节理中充填的碳酸盐化石英脉普遍含金,局部已达金工业品位。

3.2 成矿机理及矿床成因类型

中元古代,本区大陆边缘裂谷中形成熊耳群中基性火山岩,富含金矿质的原始矿源层形成。加里东期,受近南北向挤压应力的作用,轴向近东西的洛源倒转背斜形成,翼部产生顺层挤压破碎带。燕山期,青岗坪断裂发生活动,杨家坪二长岩侵入,在岩浆期后热液参与下,熊耳群中的金被活化出来,形成含矿热液,向构造低压带运移,在顺层破碎带中沉淀。成矿作用以渗滤交代为主,蚀变类型为黄铁绢英岩化,金矿主要与微细粒黄铁矿和硅化有关。随着南东及北西向挤压的增强,青岗坪断裂的上盘产生大量的北东、北北东及北西向断裂及节理。含矿热液再度向构造低压带运移,经由北东、北西等断裂构造运移到顺层的黄铁绢英岩化体中,或胶结黄铁绢英岩化的角砾,或穿插黄铁绢英岩化体,随着热动力等的减弱,矿质直接沉淀于北东、北西及北北东向节理中,该阶段成矿作用以充填为主,为多金属石英脉体。金矿与黄铁矿关系密切,由于金的矿化作用形成了区内两种矿石类型——破碎蚀变岩型金矿石和石英脉型金矿石,前者为二次矿化阶段叠加的产物,局部地段仅见黄铁绢英岩化;后者仅见第二次矿化阶段。由此可知,洛源地区金矿属热液改造型层控金矿床。

参 考 文 献

- 1 袁见齐. 矿床学. 北京:北京地质学院出版社,1985
- 2 徐开礼等. 构造地质学. 北京:北京地质学院出版社,1984

· 矿产新发现 ·

新疆鄯善县发现斑岩铜矿

最近在新疆善县境内发现一斑岩铜矿床。该矿床规模大、埋藏浅、品位稳定,还富含金、钼、银、钴、镓等多种伴生矿产,具较高的开发利用价值。据悉,这是新疆近年来找矿的重大发现。它不仅解决了新疆有无大型斑岩铜矿的疑难问题,而且对该区寻找此类型矿床有重要的指导意义。

罗布泊找到淡水

水文地质工作者近日已从被称为“生命禁区”的罗布泊打出了承压水。在这一神秘的地区找到淡水,无疑为生命找到了生存的源泉。此外由于在罗布泊还发现了丰富的钾盐矿藏,淡水的发现将使该地区的钾盐开发成为可能。

昆仑山腹地发现新金矿

青海省地勘局柴达木综合地质勘查大队日前在昆仑山地区的昆中与昆南断裂带之间的造山带发现1处金矿。初步查明,矿体长3~5 km,宽1~6 m。品位 8×10^{-6} ~ 10×10^{-6} ,高者达 30×10^{-6} ,预计可达中等规模,矿床内有蚀变带多条,很值得注意。

(西安地质矿产研究所 杨宗镜摘编)