

晋东北两个金矿床的矿物特征

王晓燕 毕于润

(北京大学地质学系)

义兴寨和耿庄金矿在黄铁矿形貌、成分、结构、赋金形式及金矿物特征等方面, 存在明显差异, 这是由不同的成矿条件及成矿过程造成的。

关键词 矿物特征 金矿床



矿物工作

五台古陆区是山西省重要的金矿成矿区。矿床分布受北西向裂谷控制, 矿化区构造复杂。基底为五台群变质岩系, 岩浆活动频繁 (图 1), 矿化在时空上与岩浆活动密切相关。义兴寨和耿庄金矿是其中两个不同类型的矿床。本文主要讨论黄铁矿和金矿物的特征。

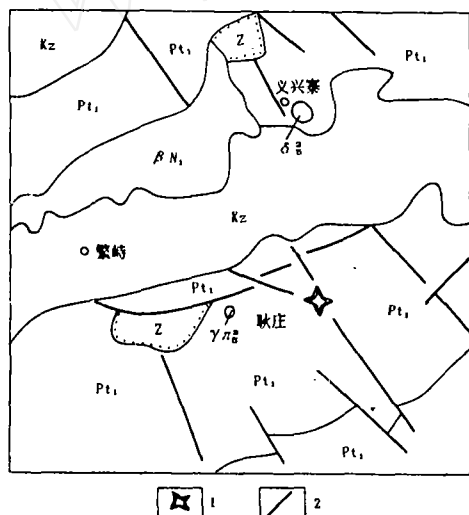


图 1 晋东北地质略图

Kz—新生界; Z—震旦系; Pt₁—五台群; βN_1 —第三纪玄武岩; $\gamma \pi_3^1$ —燕山期石英斑岩; δ_3^2 —燕山期花岗岩闪长岩; 1—燕山期隐爆角砾岩; 2—断层

矿区地质概况

1. 义兴寨矿区

矿区位于繁峙县义兴寨乡。出露地层为五台群台子底组黑云斜长片麻岩, 有不同程度的混合岩化。南北向的剪切裂隙控制主要矿体。中生代岩浆活动频繁。金矿体由黄铁石英脉、多金属石英脉和断裂蚀变岩组成。

2. 耿庄矿区

矿区位于繁峙县伯强乡。区内地层主要为五台群木格组黑云斜长片麻岩、角闪片岩和绢云母石英片岩等。在北西向的 F₁ 断层和北北东向的 F₂ 断层交汇处, 产生了耿庄隐爆岩。隐爆岩由超浅成侵入的复式岩株及各种隐爆角砾岩组成 (李生元, 1988)。矿体受隐爆岩中次级小断裂控制。

黄铁矿特征

1. 形貌

(1) 义兴寨矿区黄铁矿可分为 4 期:

I. 呈星散浸染状分布于围岩中。可见立方体晶形, 条纹稀疏。镜下多呈自形粒状结构, 多被溶蚀。脉石为石英和方解石。

II. 呈条带状、块状分布于矿体中, 粒径小于 0.1mm, 呈五角十二面体, 条纹细

直, 台阶状生长。镜下呈半自形粒状, 多被压碎。常见金矿物呈包裹体赋存于黄铁矿中, 或分布在黄铁矿晶隙间, 成色较高, 多为自然金。

Ⅲ. 分布在矿体中, 颗粒大小不一, 有不同程度的破碎, 呈他形或半自形立方体、五角十二面体及其聚形, 生长层明显, 与硫化矿物、碲铋矿物共生。镜下多被交代。金呈包裹体分布在黄铁矿、黄铜矿内, 有时沿裂隙交代黄铁矿。金矿物以银金矿为主。

Ⅳ. 沿矿脉裂隙分布, 呈半自形聚形晶, 粒径大于 0.1mm, 生长纹细, 出现歪晶。共生矿物为方解石。

对本区黄铁矿晶形进行测定、统计, 常见单形依次为立方体、五角十二面体和八面体; 聚形为 {100}+{210}、{100}+{111}、{100}+{210}+{111} 及 {111}+{321} 等, 形态复杂。八面体普遍出现, 表明成矿较浅。因受裂隙控制出现歪晶及串珠状连生, 晶棱圆化, 表明物质供应具方向性。

(2) 耿庄矿区黄铁矿分为 3 期:

Ⅰ. 早期呈浅黄色, 细粒自形立方体, 分布于围岩中, 一般不含金。

Ⅱ. 中期呈黄—黄绿色, 粗大, 自形程度不等, 分布在金属矿石中, 含金量少。

Ⅲ. 晚期呈黄白色, 多为块状, 与脉石矿物伴生, 不含金。

晶形统计结果表明, 耿庄矿区黄铁矿以立方体、五角十二面体及其聚形为主, 其他晶形少见。立方体条纹粗大, 系由不连续岛状生长层造成, 此时硫逸度低, 温度梯度大, 不利于片状生长层生长。五角十二面体正条纹多见, 立方体晶形向五角十二面体晶形演化明显。

由于围岩冷却速度快, 物质供应不充分, 而立方体黄铁矿结晶能力强, 可在较差环境晶出。而矿体内部物质供应充分, 冷却速度慢, 出现复杂聚形^[1]。所以, 根据黄铁矿的晶形分带, 可判断成矿期次和矿体富

集部位。

与其他地区相同, 本区黄铁矿含金量随晶形复杂化而增高 (表 1)。一般 {210} 晶形黄铁矿含金性好。化学浸蚀实验表明, {210} 晶形常出现结晶环带^[5], 这种内部不均匀的结构有利于金在黄铁矿中的聚集。

表 1 黄铁矿晶形与含金量性关系

矿床地	晶形特点	Au(g/t)	资料来源
小秦岭金矿	{100} {210}+{100}	<2 含金量高	刘星 (1983)
团结沟金矿	{100} {210}+{100}	含金量低 最高达 466.6	吴尚全 (1983)
陕西卡林型金矿	{100} {210}	7.83—13.1 70.2—149.5	邵洁凝 (1982)
赣北某金矿	{100} 晶形复杂	含金低 富矿地段	陆仲和 (1984)
苏联某金矿	{100} {100}+{210}+{111}	含金低 富矿形态标型	推库洛娃 (1980)
义兴寨金矿	{100} {210}及其聚形	<30 >100, 最高达 450	笔者 (1990)
耿庄金矿	{100} {210}为主	<4 64.6—105.0	笔者 (1990)
大麻花沟	{100} {210}为主	含金低 70	笔者 (1990)

2. 化学成分

黄铁矿化学成分见表 2。

表 2 黄铁矿化学成分

样号	产状	Fe ²⁺ (%)	S(%)	Au(10 ⁻⁶)
4-IV	义兴寨黄铁矿矿石, 呈立方体	45.72	52.50	12.67
Y-73	黄铁矿黄铜矿矿石	45.65	52.42	390.77
C ₂₅ -I	石英—黄铁矿矿石	45.84	52.63	363.72
2502-1	蚀变围岩	45.91	52.71	99.69
PD ₂ 4-5	氧化矿石	45.75	52.53	29.10
PD ₂ 3-2	多金属矿石	45.56	52.32	20.29
G63	耿庄毒砂闪锌矿矿石	44.00	50.52	64.64
G254	闪锌矿黄铁矿矿石	46.05	52.88	3.80

中科院地质所分析。

黄铁矿中 S 平均为 52.66%, Fe 平均 45.44%, Fe/S(wt%) 比值均为 0.871, 说明黄铁矿的含金量变化并未影响黄铁矿的 Fe/S 比值。

3. 红外光谱特征

黄铁矿红外光谱图(图2)上,吸收峰位置随着含金量增加不发生位移,一般在 417cm^{-1} 、 346cm^{-1} 和 280cm^{-1} 处,只是吸收峰形状逐渐收缩变锐。耿庄矿区黄铁矿的红外吸收峰形状宽缓,不同于义兴寨矿区黄铁矿的红外特征。

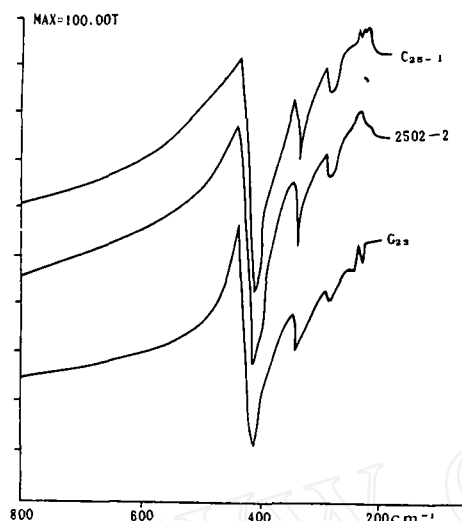


图2 黄铁矿红外光谱

G 编号为耿庄矿区样品,其余为义兴寨矿区样品

计算 $417\text{cm}^{-1}(I_2)$ 、 $346\text{cm}^{-1}(I_1)$ 处吸收峰峰高比值 I_2/I_1 ,随含金量增加, I_2/I_1 也增大,基本成线性关系,可作为判断黄铁矿含金程度的标志。

黄铁矿的红外吸收峰位置,与含金量变化无关,即 Au 未进入黄铁矿结构。Fe 或 S 的成分变化引起了吸收峰形状的改变。

金矿物特征

1. 义兴寨矿区

金矿物为各种成色的银金矿、自然金、偶见金银矿,笔者还发现了碲金矿。金的碲化物仅次于具有工业意义的金矿物。金矿物粒度一般为 $0.01\sim 0.06\text{mm}$,形状不规则,也可见完好的晶形。金矿物形态可分两期:早期结晶形态好,多呈包裹体,成色较高;晚期形态不规则,多被充填交代,成色低。

自然金成色一般为 930~860,最高达 980。银金矿成色变化,反映了不同阶段形成的特点。

碲金矿的电子探针分析结果见表3。碲金矿与自然金、碲铋矿物平衡共生,呈乳白色,非均质性明显,红略具绿灰色,无内反射,双反射为浅黄棕色。

本区成色高的金矿物几乎都与黄铁矿关系密切。这是因为 Ag^+ 易进入硫化物晶格,代替其中的阳离子,使成矿溶液中银浓度下降,则沉淀出的金矿物成色高。

金矿物普遍含 Bi,碲铋矿物为金的沉

表3 金矿物电子探针分析结果(%)

样号	Au	Ag	Bi	S	Te	As	Fe	Cu	Zn	Pb	合计	名称
义 兴 寨	Y-77	76.42	24.21	0.06			0.06				100.74	银金矿
	北 1230-5	65.68	31.27	1.79	0.16		0.70				98.61	银金矿
	2505	94.08	4.43	0.24	0.16		1.95			0.46	101.31	自然金
	南 1190-1	98.70	1.07	0.24							100.01	自然金
	1270	85.27	11.79	1.31	0.30		0.60				99.27	银金矿
	南 1190-1	38.91	0.13	0.83	0.36	58.84	0.23	2.31	0.06	0.12	101.79	碲金矿
耿 庄	G245	53.08	47.18	0.15			0.10	0.04	0.88		101.43	金银矿
	G23	36.40	61.13	0.15			0.25	0.17	1.83		100.36	金银矿
	38-C	63.32	35.50	0.13			0.02				98.98	银金矿

北京大学地质系探针室分析;引自张维根(1986)。

淀剂,与金有一定亲合能力。与碲铋矿物共生的金矿物成色较高,可以把碲铋矿物的出现作为金富集的一个标志。

2. 耿庄矿区

金银系列矿物较少,与黄铁矿伴生,偶见于石英中,多呈不规则脉状几乎交代所有

的内生金属矿物,尤其以交代闪锌矿最为普遍。粒径一般大于0.05mm,个别达1mm。镜下呈浅黄色,含银多时,颜色发白,硬度低,均质。以低成色银金矿为主,个别为金银矿。

讨 论

综上所述,义兴寨矿区和耿庄矿区在矿物特征方面存在明显差异。前者黄铁矿晶形复杂,出现歪晶及连生现象,含金性好。金矿物普遍含Bi,以自然金、银金矿为主,还发现了碲金矿,高成色的金矿物与黄铁矿、碲铋矿物关系密切。另外,黄铁矿的红外吸收峰形状较尖锐;而耿庄矿区黄铁矿晶形简单完整,条纹粗大,含金性差,红外吸收峰形状低矮宽缓。以金银矿为主,主要赋存在闪锌矿中。

从矿床的形成环境和过程来看,义兴寨矿区含矿脉带受近南北向断裂控制,成矿是在构造、岩浆的多次活动下形成的。从盖层的残留体可推断,本区古生代前以缓慢隆起为主。进入中生代,出现强烈块断,形成小型的南北向断裂,为中生代晚期的次火山—侵入岩浆活动提供了前提^①,进而控制了岩浆作用晚期的金、银多金属矿化。金矿物在南北向断裂带中富集,矿化连续,在断裂交汇处,矿化变富增厚。本区岩浆岩具有从基性→中性→酸性→酸偏碱性的分异过程,围岩蚀变强烈,有利于金及其他相关元素的活化、迁移、沉淀。

另外,五台群古老变质岩系,金的背景值也较高。总之,义兴寨矿区具有良好的成矿环境,矿质来源多,供应充分,出现大量硫化物、碲化物、砷化物及碲、砷、铋、硫的交叉化合物。碲可与金化合,形成碲金矿物,所以当矿床中出现较多的碲化物代替硫化物时,金品位增加。

砷、铋、铋也是如此,当元素组合由As型→Sb型→Bi型转变时,与金关系就越密切。

景淑慧(1984)研究后发现,在以黄铁矿为主,有毒砂和其他铋矿物的矿石类型,即硫→砷→铋过渡的元素组合中,金矿物生长加大明显,矿化富集;如果在毒砂—黄铜矿—黄铁矿组合的矿石中,即有硫→砷过渡的元素组合,金矿物生长加大不显著,矿化有富集地段;在方铅矿—闪锌矿和含硫盐组合的矿石中,即没有硫、砷过渡的元素组合,矿化弱,没有固相金析出的基础,所以矿石品位低。

义兴寨矿区贯通的硫—砷—碲—铋元素组合是金的携带者,促使金矿化富集。

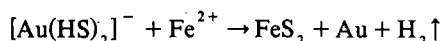
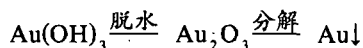
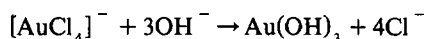
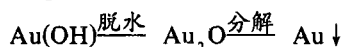
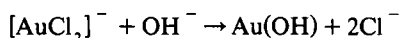
而耿庄矿区次火山岩浆侵入—喷发,岩浆沿断裂由深部向地表迁移过程中,由于没有能力冲破地表盖层而停留在地下,与围岩接触,先形成坚硬的外壳,阻止岩浆继续上升。岩浆中挥发性气水溶液逐渐集中,当内压大于外压时,发生隐蔽爆发,岩浆的脉动性活动及发展过程,就是含矿溶液分离和聚集的过程。矿体出现在隐爆角砾岩筒内,受隐爆岩的次级小断裂控制,属次火山期后中低温热液裂隙充填网脉型矿床。因控矿构造小,次级裂隙发育,隐爆岩本身疏松多孔,使成矿物质封闭条件差,趋于分散,矿石品位低。本区黄铁矿的形貌特征就反映了成矿条件差。

本区矿化元素组合与地层元素组合一致,反映矿质主要来源地层。因成矿温度低,矿质来源单一,使围岩蚀变弱,矿化不强烈,矿石矿物组成简单,未见碲铋矿物,只是硫化物和硫盐矿物。当铅、锌、铜、银大量形成硫化物、硫盐矿物时,金降至伴生金位置,矿床成为综合型多金属矿床,所以,耿庄矿区金品位低,金矿物成色也低,

(下转第49页)

^①山西211地质队,1983,义兴寨矿区初步勘探报告。

生下列反应而形成金矿。



根据上述地质、地球化学特征及成矿作用地球化学分析, 归纳出该金矿床的成矿地球化学模式 (图 3), 图中强调以下几个方面:

1. 该模式主要从总体考虑矿床成因, 没

有划分矿化分期。

2. 矿床形成主要与重熔型花岗岩和闪长玢岩脉关系密切。

3. 模式中成矿热液的物质成分主要来自岩浆热液。

参考文献

- [1] 李延河等, 矿床地质, 1990, 第 3 期, 第 257~268 页。
- [2] 王真光等, 地质与勘探, 1991, 第 7 期, 第 22~27 页。
- [3] 王彦林等, 内蒙古有色地质, 1991, 总第 25 期, 第 22~27 页。

Minerogenetic-Geochemical Pattern of the Honghuagou Gold Deposit, Inner Mongolia

Li Linhua Ren Zhenhu

This paper gives a brief account of geological-geochemical features of the Honghuagou Au-deposit and analysis of the geochemical metallogenesis for the deposit. Thus an ore-forming geochemical pattern is established.

(上接第 32 页)

多赋存在硫化物中。

由此可见, 由于矿床的成矿环境和成矿过程不同, 造成了这两个金矿床的矿物特征存在明显差异。

曹正民老师对本文提出了许多宝贵意见, 在此表示感谢。

参考文献

- [1] 陈光远等, 《成因矿物学与找矿矿物学》, 重庆出版社, 1987 年。
- [2] 帅德权, 地质与勘探, 1981, 第 9 期。
- [3] Y. Endo and I. Sunagawa. Amer. Mineral., 1973. V. 58
- [4] I. Sunagawa, Rept. Geol. Surv. Japan, 1957, No. 175
- [5] 李生元, 山西冶金地质, 1988, 第 2 期。

A Comparison on Mineralogical Characteristics of Two Gold Deposits in Northeastern Shanxi

Wang Xiaoyan Bi Yurun

A comparison analysis of mineralogical characteristics of the Yixinzai and Gengzhuang gold deposits (both in Northeastern Shanxi) has been made. The pyrite and gold minerals from these two deposits are quite different from each other. The pyrite from the first deposit is complex in crystal form, appeared as distorted crystal or crystal stock. It suggests that the source materials is supplied from a given direction. The pyrite from the second deposit is simple and regular in crystal form, with coarse stripes appeared in the surface and poor in gold content. It shows that the metallogenic conditions are not favourable. It is demonstrated that the crystal form of pyrite is an important basis to determine the metallogenic stages and enrichment zone of gold.