

胶莱盆地陆源碎屑层控金矿床矿石特征研究

张欢¹, 张竹如², 唐波²

(1. 中国科学院 贵阳地球化学研究所, 贵阳 550002; 2. 贵州工业大学 资源环境学院, 贵阳 550003)

摘要: 产于胶莱盆地内由富 Au 和 C_{有机} 岩石组成的含矿系中的金矿床, 其含矿层位为下白垩统莱阳群一套含碳陆相碎屑岩系, 它控制了蓬家乔、宋家沟式金矿的展布。对两类金矿床矿石特征进行了研究及对比, 它们具有相同或相似的矿物共生组合 (黄铁矿-方铅矿-闪锌矿-黄铜矿-赤铁矿-自然金) 及成矿元素共生组合 (Au-Cu-Pb-Zn-Fe), 成矿作用均具有多期、多阶段特征, 均为受胶莱盆地形成初期富 Au 和 C_{有机} 矿源层控制、后经构造-岩浆热液及地下热液作用的沉积改造型金矿床。

关键词: 层控金矿; 矿石; 成矿期; 胶莱盆地

中图分类号: P618.51; P616.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-558X (2001) 04-0028-05

胶莱盆地是中国东部一个晚中生代断陷盆地, 1988年前是找金盲区, 1988年后山东省地矿局及贵州工业大学在盆地东北段曾进行过金矿化探、地质研究, 从1992年至今已陆续发现了蓬家乔及宋家沟金矿床^[1-3]。近年, 许多专家在区内进行研究, 提出了陆相碎屑岩系层控金矿床^[4-5]及荆山群、胶东群变质杂岩中滑脱构造控矿^[6-7]等观点。

笔者依据蓬家乔金矿床露天采场和宋家沟金矿床地下坑道赋矿地层及矿石样品的系统光、薄片鉴定结果, 对矿石特征、矿物生成顺序进行了系统研究, 并依据成矿作用阶段、成矿期的分析对矿床成因进行了初步讨论。

1 矿区地质

蓬家乔和宋家沟金矿床均处于鲁东联合地体胶莱盆地东北端的牟平—即墨断裂带内, 受该断裂带中的朱吴—店集断裂控制, 前者位于该断裂西盘下白垩统莱阳群断块的北缘; 后者位于该断裂东盘下白垩统莱阳群断块的北缘。矿区范围内盆地周边为下元古界荆山群变质杂岩 (Pt_{1j}) 或混合花岗岩 (γm₂)。盆地盖层与周边基底岩系两者间多为断层接触。经钻孔揭露, 盆地的基底为下元古界荆山群变质杂岩。盆地内广布白垩系砾岩、砂质砾岩、含砾砂泥岩、含碳泥质砾岩、岩屑砂岩、含碳泥质碳酸盐岩, 并见有煌斑岩脉、闪长岩脉等。矿区内下白垩统莱阳群呈不同规模断块, 各断块主要呈单斜构造。蓬家乔矿区地层走向近 EW, 向 S 倾斜, 倾角 5~35°; 宋家沟矿区地层走向 30~65°, 倾向 SE, 倾角 10~35°, 盆地内发育多组断裂 (图 1)。

收稿日期: 2001-09-24。李荷编辑。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (49963001)

作者简介: 张欢 (1977-), 女, 贵州普安人, 中国科学院贵阳地球化学研究所硕士研究生, 从事矿床地球化学研究。

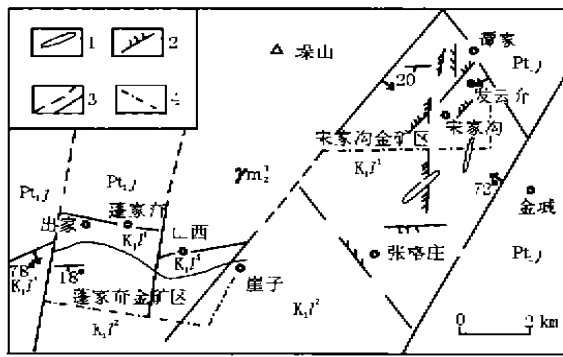


图1 蓬家乔、宋家沟金矿区地质略图（据贵州工业大学张竹如）

K_1j^3 、 K_1j^2 、 K_1j^1 —下白垩统莱阳群三段紫色页岩，二段紫色砂页岩及砾岩，一段灰色砾岩，黑色泥质砂岩、砂砾岩及砂泥质碳酸盐岩； Pt_1j —下元古界荆山群变质杂岩及混合岩； γm_2 —元古宙混合岩化花岗岩；1—燕山期基性岩脉；2—盆地盖层中压扭性断层；3—实测及推测断层周边位置；4—已知金矿床位置

2 矿床特征

2.1 赋矿地层岩石特征

2.1.1 地层层序 蓬家乔与宋家沟金矿床经地表实测剖面及深部钻孔揭露，其地层层序及含金性见表1。

2.1.2 岩石特征

1) 下白垩统莱阳群第一岩性段，在宏观上两矿床岩石的成层性差，多见叠瓦状构造或透镜状交错层理；砾石主要是石英岩、片麻岩、花岗岩、混合花岗岩等岩屑，磨圆度好，分选性差，大小混杂堆积。两者区别在于蓬家乔地层岩石含碳质、钙质成分高，岩石矿物粒度小，单层厚度1~30 cm。宋家沟地层含碳质少，仅在其下部逐渐含碳及少量钙质，以粗碎屑岩为主，单层厚10~50

表1 蓬家乔与宋家沟金矿赋矿地层层序及含金性

地 层	厚 度/m		岩 性		$w(Au)/10^{-9}$	
	蓬家乔	宋家沟	蓬 家 乔	宋 家 沟	蓬家乔 ^[4]	宋家沟 ^[5]
K_1j^2	大于 150		紫红夹灰绿色砾岩、砂砾岩夹页岩和粉砂岩，成层性较下部好		1~5	0.1~6
K_1j^1	278	大于 350	上部：黑色碳质泥岩夹钙质粉砂岩、碳酸盐岩结核、砂岩透镜体等；中部：含砾砂岩、不等粒砂岩；下部：黑色碳质泥岩夹含砾砂岩、砂泥质灰岩，见赤铁矿层	上部：灰色砾岩与砂砾岩及含砾砂岩互层；下部：深灰色及灰黑色含碳质砾岩及砾岩	241 (n=78)	100.2 (n=59)
Pt_1-Ar_2	荆山群 胶东群		片麻岩、斜长角闪片麻岩、变粒岩、片岩夹大理岩、混合花岗岩		8.5~1.9 4.1~16.3	

cm。在微观上，对蓬家乔不同层序岩石与宋家沟竖井及钻孔砾岩中基质进行的镜下观察结果表明，两者岩性近于一致，主要成分为石英岩、花岗岩、片麻岩岩屑，粒度0.1~2.0 mm，以半磨圆及次棱角状为主，分选性差，常见斑屑。斑屑大的可达5 mm，成分仍为石英岩、花岗岩、片麻岩岩屑，磨圆度较高，胶结物为泥质、碳质、钙质。

2) 下白垩统莱阳群第二岩性段，两矿区的岩性基本相同，砾岩单层厚0.5~1.5 m，成层性较好，有较多层状泥岩、页岩夹层。砾岩为铁质、钙质、泥质胶结，较一段

致密。相变小，整合于一段之上。

莱阳群一段为胶莱盆地形成初期，于盆地局限水域沉积，相变大，宋家沟为河口冲积、洪积三角洲沉积，蓬家乔为扇三角洲—湖湾相沉积。两者均有较高的Au含量。

2.2 金矿床产出特征

蓬家乔与宋家沟金矿床产出特征见表2。

3 矿石特征

3.1 蓬家乔金矿床

经矿相鉴定，主要金属矿物有黄铁矿、

表2 蓬家沟及宋家沟金矿床特征

特征	蓬家沟	宋家沟
容矿岩石	黑色碳质泥岩、砂砾岩、含砾砂岩、砂泥质碳酸盐岩	砾岩、砂质砾岩、含碳质砂砾岩
矿体形状及产出	层状,似层状,多个矿体,顺层缓倾斜	似层状、透镜状,多个矿体,顺层缓倾斜
矿石	碳泥质块状黄铁矿型、石英黄铁矿型、块状多金属硫化物型、碳酸盐多金属硫化物型	砾岩型、黄铁矿化砾岩型、碳质黄铁矿绢英岩砾岩型
主要金属矿物组合	自然金,自然银,方铅矿,闪锌矿,黄铜矿,磁铁矿,黄铁矿	自然金,黄铜矿,方铅矿,闪锌矿,磁铁矿,褐铁矿,黄铁矿
成矿元素组合	Au-Ag-Cu-Pb-Zn-Fe-S	
围岩蚀变	硅化,绢云母化,碳酸盐化,黄铁矿化,碳质岩石褪色化	硅化,绢云母化,碳酸盐化,黄铁矿化

方铅矿、闪锌矿、赤铁矿、磁铁矿、黄铜矿、自然金-自然银系列矿物。主要非金属矿物有石英、方解石、粘土、石墨。

1) 黄铁矿,为主要载金矿物,可分为两期。早期(图版I—1),呈粉砂—细粒级,粒径小于等于0.5 mm,呈他形、半自形或自形晶。单矿物测定 Au 0.28%: C_{有机} 2.37%; 晚期(图版I—2)呈细—中粒(0.1~2.0 mm)半自形或他形晶,粒度大小不均匀,金银系列矿物多沿龟裂缝充填。单矿物测定 Au 0~0.9%, Ag 0~0.77%。多见晚期黄铁矿交代早期黄铁矿的包含结构。

2) 方铅矿、闪锌矿,为主要金属矿物及主要载 Au、Ag 矿物。呈他形晶,细—中粒(0.2~2.0 mm)浸染状分布,交代围岩、早期石英及黄铁矿。单矿物分析 Au 0.48%~0.98%, Ag 0~0.80%。

3) 黄铜矿,是主要金属矿物之一,呈他形晶,细—中粒,交代改造初期石英及黄铁矿。

4) 自然金-自然银系列矿物,呈0.01~0.30 mm的不规则片状和细脉状及微细脉状充填于黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、石英等矿物裂隙及晶面裂隙中,或呈不规则粒状、乳滴状被碳泥质及赤铁矿包裹(图版I—3)。

5) 石英,为主要的非金属矿物和载金矿物,可分为3期:沉积作用期石英,呈粉砂级(粒径小于0.5 mm)棱角状单晶或斑屑磨圆状,为沉积期石英岩屑;成岩或改造

作用初期石英,粒径0.10~0.50 mm,充填在成岩阶段生成的黄铁矿晶粒间;主成矿期石英,呈脉状充填在黄铁矿碎裂或龟裂空间及钙质岩石溶蚀空间,金银矿物多充填在此期石英中。

原生矿石具块状、角砾状、团块状、浸染状构造。

围岩蚀变主要有硅化、绢云母化、碳酸盐化及黄铁矿化。在图版中均有不同程度反映。

3.2 宋家沟金矿床

经矿相鉴定,主要金属矿物有黄铁矿、黄铜矿、褐铁矿、磁铁矿、方铅矿、闪锌矿、自然金-自然银系列矿物,主要非金属矿物有石英、绢云母、长石、方解石。

1) 黄铁矿,为主要载金矿物,呈自形—半自形晶,主要为五角十二面体,次为立方体,少数被挤压成碎块状,粒径0.05~8.00 mm,一般2~3 mm,黄铁矿常包裹石英、闪锌矿等,有两期黄铁矿,早期黄铁矿呈他形,颜色较晚期的深,见晚期交代早期黄铁矿形成的包含结构(图版I—4)。

2) 黄铜矿,呈他形粒状,粒径0.05 mm左右,沿黄铁矿孔隙分布或包裹于石英中(图版I—5)。

3) 闪锌矿、方铅矿,为主要金属矿物及主要载金、银矿物,呈他形晶,粒径0.02~0.08 mm,交代围岩,并且交代改造初期石英及黄铁矿。

4) 自然金-自然银系列矿物，呈不规则片状，细脉、微细脉状，网齿状充填于黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、石英等矿物裂隙及晶面裂隙中，或呈不规则粒状、乳滴状被碳泥质包裹，氧化矿石中多见（图版 I—6）。

5) 石英，为主要的非金属矿物和载金矿物，可分为3期：沉积作用期石英，呈粉砂级（粒径小于0.5 mm）棱角状或斑屑（粒径大于2 mm）磨圆状；成岩或改造作用初期石英，粒径0.10~0.50 mm，充填在成岩阶段生成的黄铁矿晶粒间；主成矿期石英，呈脉状充填在黄铁矿碎裂或龟裂空间及钙质岩石溶蚀空间。

原生矿石具块状、浸染状、角砾状构造。围岩蚀变主要有碳酸盐化、绢英岩化、黄铁矿化。

3.3 矿物生成顺序及成矿期次划分

从表3可知蓬家乔和宋家沟金矿床具有相同成矿作用，成矿可划分为3期：矿源层形成期、改造成矿期、表生氧化期。

1) 矿源层形成期，矿源层是同生沉积后经成岩作用形成。主体成分是石英砂粒、泥晶方解石、长英质砂砾、粘土、碳质、细粉粒级黄铁矿、赤铁矿、自然金。

2) 改造成矿期，矿物间共生组合及生成顺序分3个阶段：Ⅰ，黄铁矿-石英阶段，主要生成矿物为石英，他形细粒状黄铁矿等。Ⅱ，黄铁矿-石英（绢云母）阶段，主要生成矿物为石英、绢云母、黄铁矿等。Ⅲ，金-多金属硫化物-石英阶段，该阶段矿物成分以黄铁矿、石英为主，次有黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、自然金、自然银等。

3) 表生氧化期，形成褐铁矿及粘土，金进一步富集。

表3 蓬家乔及宋家沟金矿床矿物生成顺序及成矿期次划分

矿物及特征	蓬 家 乔					宋 家 沟				
	沉积期	热液改造期			风化期	沉积期	热液改造期			风化期
		I	II	III			I	II	III	
石英	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
方解石	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
绢云母	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
粘土	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
石墨	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
黄铁矿	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
方铅矿	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
闪锌矿	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
黄铜矿	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
磁铁矿	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
赤铁矿	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
褐铁矿	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
自然金	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
自然银	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
标型元素 (组分)	Si, Ca, C, Fe, Au, Ag	Si, Fe, Au, K	Si, K, Fe, Au, Ag	Si, K, C, Fe, Pb, Zn, Cu, Au	Fe, Au	Si, Ca, C, Fe, Au, Ag	Si, Fe, Au, K	Si, K, Fe, Au, Ag	Si, K, Fe, Pb, Zn, Cu, Au	Fe, Au
矿石结构	他形, 自形, 半自形粒状	包含, 自形, 半自形, 他形粒状			包含, 假像	自形, 半自形	包含, 自形, 半自形, 他形粒状			包含, 假像
矿石构造	块状, 条带状, 层纹状	块状, 浸染状, 网脉状, 团块状, 角砾状, 条带状			土状, 粉末状, 蜂窝状, 网脉状	角砾状	角砾状, 团块状			蜂窝状, 角砾状
围岩蚀变		绢云母化, 硅化, 黄铁矿化			次生褐铁矿化		绢云母化, 硅化, 黄铁矿化			次生褐铁矿化

4 矿床成因讨论

胶莱盆地的基底及其周边由中元古代以前的变质岩系组成,此套地层岩石中 Au 丰度高 ($4 \times 10^{-9} \sim 16.3 \times 10^{-9}$)^[5],且从新元古代 (800 Ma) 到早白垩世 (150 Ma) 长期处于风化剥蚀状态,可提供丰富的金质来源。

燕山期,胶莱盆地因拉分作用形成断陷盆地^[4],在起伏不平的盆地底部,于河流入水口及河口三角洲—湖湾处,堆积了大量富集 Au 的陆源细—粗碎屑物,形成了控制区内金矿的矿源层。由于拉分作用进一步进行,盆地面积逐渐扩大,大量泥砂沉积超覆于富 Au 沉积物之上,使富 Au 矿源层被封闭在盆地底部。燕山晚期,区内发生了强烈的构造-岩浆活动,在盆地中发生深切到基底的断裂并导致火山喷发及岩浆侵入,胶莱盆地形成多个断块,尤其是牟平—即墨断裂带。在上述地质作用下,封存在矿源层中的金受构造-岩浆热液及加热地下水热液作用发生改造再富集。由于盆地底部的沉积岩石

以碎屑岩为主,成层性差,层间多碳泥质胶结,在构造作用下易产生层间破碎,而上覆岩石泥质多,形成相对盖层,改造作用主要在矿源层中进行,形成改造金矿床。

参考文献:

- [1] 张竹如,陈世桢.胶莱盆地中新类型金矿的发现[J].科学通报,1994,39(20):1917.
- [2] 聂爱国,张竹如,陈世桢,等.胶莱盆地一种新金矿类型——蓬家沟金矿床研究[J].地质地球化学,1999,27(4):83-86.
- [3] 张竹如,陈世桢.胶莱盆地砾岩型金矿的发现及经济地质意义[J].矿物岩石地球化学通报,1999,18(3):171-173.
- [4] 陈世桢,张竹如.胶莱盆地含矿系与金矿关系初探[J].地质科学,1997,32(2):193-200.
- [5] 张竹如,陈世桢.胶东金成矿域胶莱盆地中超大型金矿找矿远景[J].地球化学,1999,28(3):203-212.
- [6] 沈远超,谢宏远,李光明,等.山东蓬家沟金矿的基本地质特征及找矿方向[J].地质与勘探,1998,34(5):3-7.
- [7] 杨金中,赵玉灵,沈远超,等.胶莱盆地与金矿成矿[J].黄金,1999,20(9):1-6.
- [8] 张竹如,唐波,聂爱国,等.山东省牟平宋家沟金矿床地质特征[J].黄金,2001,22(7):1-5.

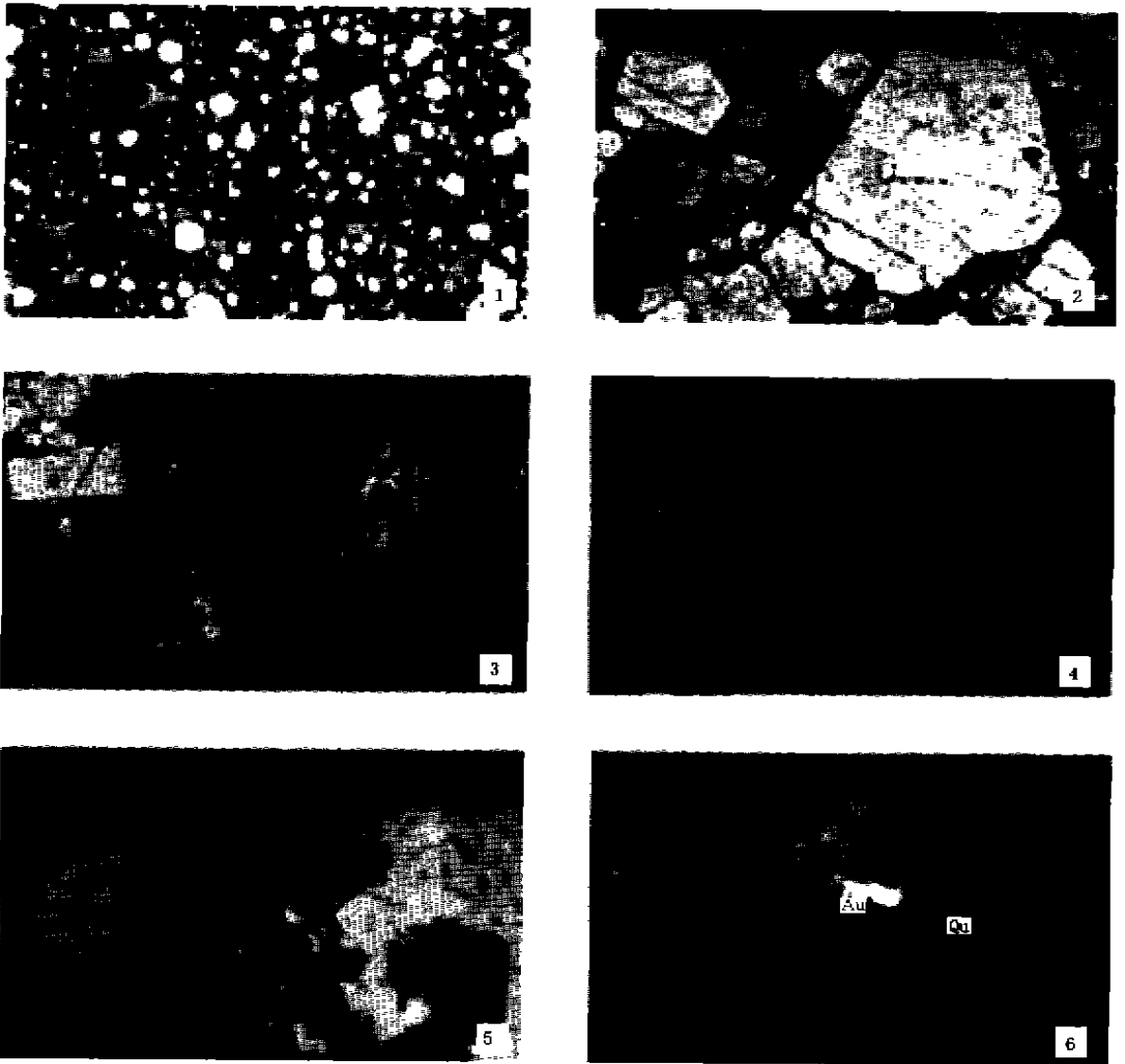
Study on features of ores in the terrigenous clastic stratabound gold deposit of the Jiaolai basin

ZHANG Huan¹, ZHANG Zhu-ru², TANG Bo²

(1. Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Science, Guiyang 550002, China; 2. Department of Resource and Environment, Guizhou University of Technology, Guiyang 550003, China)

Abstract: The gold deposits occurred in ore-bearing system which are composed of gold-rich and organic carbon-rich rocks in the Jiaolai basin. Their ore-bearing stratum belongs to carbonaceous terrigenous clastic rock series developed at the bottom of Cretaceous Laiyang group, which controls the distribution of the Pengjiakuang-type and Songjiagou-type gold deposits. According to the study of ore features and the contrast between the two types of gold deposits, we find that they have same or similar paragenetic association of minerals (pyrite-galena-sphalerite-chalcopyrite-hematite-native gold), paragenetic association of ore-forming elements (Au-Cu-Pb-Zn-Fe), and multiperiodic and multistage mineralization, and both of them belong to the sedimentary deforming-type gold deposits which are firstly controlled by gold-rich and organic carbon-rich source bed in early age of formation of the Jiaolai basin, later influenced by the tectonic-magmatic hydrothermal activity and underground thermal activity.

Key words: stratabound gold deposit; ore; mineralization period; the Jiaolai basin



- 1 蓬家奇金山西村金矿层,含碳泥质黄铁矿矿石,见黄铁矿、磁铁矿,黑色者为碳泥质[光片 25×(-),下同]
- 2 蓬家奇金山西村金矿层,粗粒黄铁矿中包含有早期黄铁矿呈包含结构,并龟裂
- 3 蓬家奇金矿 2 号金矿层,充填在石英脉中的他形自然金(0.04~0.30 mm)。
- 4 宋家沟金矿 1# 竖井,第二期自形晶黄铁矿交代包含早期黄铁矿。
- 5 宋家沟金矿 1# 竖井,黄铜矿交代自形晶黄铁矿。
- 6 宋家沟金矿北露天采场,赋存于石英(Qu)孔隙中的自然金(Au),光片 50×(-)。