河北宽城牛心山、峪耳崖金矿床成矿作用对比

舒 航 孙中庆
（第一冶金地质勘探公司）

提 要 燕山东段与中酸性侵入体有关的金矿床，均产在特征的红、白花岗岩迭加成因的杂岩体内部或其邻近围岩中。位于马兰峪复背斜南、北两翼的牛心山、峪耳崖金矿床比较典型。本文根据大量的测试数据和野外资料，从地质学、岩石矿物学、岩石地球化学、同位素地质学、物理化学诸方面入手，对两矿床的矿化特征及成因演化进行了比较性和探索性的剖析。在此基础上，指出了矿化岩体的标志及找矿方向。

关键词 金矿床 重熔花岗岩 岩浆—热液成矿 岩体—构造控矿 金矿质

河北宽城—青龙一带，地处华北地台燕山台褶带东段，广泛发育中、酸性侵入体，其中部份与金矿化关系密切。本文选择在成矿地质特征上颇具相似性的牛心山、峪耳崖金矿床作研究对象，试图对比探讨两矿床在成矿条件、控矿因素及矿化富集规律诸方面的异同，从而达到总结矿床特征、建立矿化标志、预测金矿勘查区的目的。

一、矿床地质概述

牛心山、峪耳崖金矿床，均为与燕山期再生重熔花岗岩有关的岩浆—热液型金矿床。含矿花岗质杂岩体分别发育于马兰峪复式背斜南、北翼中段的断裂构造带部位（相距约 16 公里），侵位于下太古界迁西群上川组（牛心山）和中元古界长城系高于庄组（峪耳崖）地层中。矿体直接赋存在岩体内部或充填于岩体周边围岩裂隙内。矿床地质特征见表 1。

分析表 1 得知：1、两矿床矿石结构构造、矿物组份及组合、金的赋存状态等均具相似性；2、矿体形态以脉状、透镜状为主，但牛心山矿床似层状矿体占居首要地位（图 1）；3、围岩蚀变大体相同，然峪耳崖矿床以广泛的大理岩化、蛇纹石化为特点，且组合蚀变—青盘岩化作用强于牛心山；4、矿化类型相对简单，牛心山矿床以发育规模较大的斑岩（浸染）型、峪耳崖以破碎蚀变带型矿化体为特色，矿化强度总体上峪耳崖强于牛心山；5、容矿围岩一般为花岗岩，但在岩体围岩（牛心山为角闪斜长片麻岩，峪耳崖为硅化白云质灰岩及大理岩）裂隙中也有矿脉。

牛心山、峪耳崖金矿床地质特征对比 表 1

Table 1 Comparison of geological features between Niuxinshan and Yuerya gold deposits

特征项目	牛心山矿床	峪耳崖矿床
矿体形态、规模、产状	脉状、透镜状、似层状；单脉长一般 50～150M，个别＞350M；矿脉走向以 NE～NEE 和 SN 向为主	脉状、透镜状；单脉长一般 100～200M，最长达 300～400M；矿脉走向主要 NNE 和 NEE（占总储量的 95%）
矿石结构、构造	斑状、粒状、星散状等结构；致密块状、浸染状、纹脉状、梳状、蜂巢状构造	他形粒状、半自形一自形粒状、星点状、残骸状等结构；致密块状、浸染状、细脉浸染状、条带状、压碎状等构造
矿石主要矿物组成	石英、钾长石、斜长石、绢云母、绿泥石、萤石、高岭石、黄铁矿、褐铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、自然金、银金矿、辉银矿	石英、钾长石、斜长石、绢云母、白云母、绿泥石、方解石、黄铁矿、磁黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、辉钼矿、黝铜矿、自然金
金的赋存状态	金颗粒较小，呈他形粒状、乳滴状、串珠状、树枝状集合体、赋存在黄铁矿晶隙、裂隙、孔隙或吸附、包裹在黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、高岭石等矿物表面或内部	金粒度 0.05～0.84mm，呈星点状、树枝状、丝状、海绵状结合体或不规则状赋存在晚期黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、石英的晶隙间或裂隙中
矿化类型及强度	石英脉型、蚀变破碎带型、破碎蚀变岩型、斑岩型；品位 0～数 10g/t，高者可达百余 g/t	石英脉型、石英细脉浸染型、蚀变破碎带或破碎蚀变岩型；品位 0～数百 g/t，最高逾千 g/t
容矿岩性	斑状花岗岩、隐爆角砾岩、角闪斜长片麻岩	花岗岩、白云质灰岩、矽卡岩化大理岩
围岩蚀变	硅化、钾（钠）化、绿泥石化、绿帘石化、绢云母化、萤石化、透辉石化、黄铁矿化等	硅化、钾化、绢云母化、绿泥石化、绿帘石化、大理岩化、蛇纹石化、黄铁矿化等
构造位置与岩体侵入地层	马兰峪复背斜南翼。下太古界迁西群上川组（Arsh）	马兰峪复背斜北翼。中元古界长城系高于庄组（Ptzg）

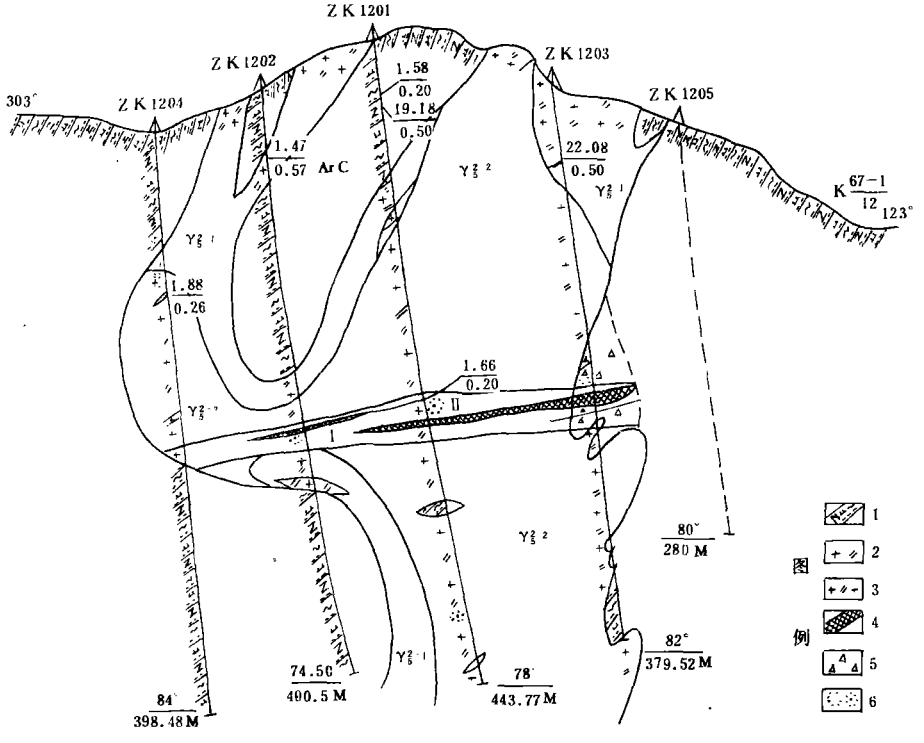

图 1　牛心山金矿床第 12 勘探剖面地质略图(据舒航等, 1988)

Fig. 1. Geoglogic cross section of No. 12th line showing the feature of Niuxinshan gold deposit

说明: 1. 下太古界迁西群上川组变质岩; 2、中粒二长花岗岩, 3;细粒斑状二长花岗岩; 4、金矿体; 5、角砾岩; 6、蚀变带

二、成矿地质条件

我们曾在"河北宽城—青龙一带中酸性侵入体金的丰度与矿化评价"一文中指出,冀东地区金矿成矿条件和控矿规律大致为:"区域岩体控矿,矿区断裂及内、外接触带控矿。——岩体、围岩的含金丰度高背景值为成矿提供矿质来源"。因此,牛心山、峪耳崖金矿成矿条件主要应包括以下几个方面。

1、构造条件

区域上,峪耳崖岩体位于喜峰口—凌源断裂带之转折端;牛心山岩体发育在延庆—青龙大断裂与金厂峪断裂的交汇部位。同时,两岩体在空间上还受都山岩体控制,可能为其子岩体。峪耳崖矿床以 EW 向、NEE—NE 向压性、压扭性冲断层、斜冲断层为基本构造格架;牛心山矿

床则以 NNE 向、EW 向、NW 向三组压扭性断层斜交或共轭组成矿区骨干构造。区域构造及其派生的次级矿区构造，控制了岩体的侵入与演化，起到控岩、导矿作用。

具体控制矿体空间分布的构造有三类，即：由矿区断裂派生的更低序次的断裂；由岩体侵入、强烈挤压作用引起的围岩破碎裂隙；由岩体形成后（未完全固结），受外围构造运动牵制造成的岩体内部破裂。这些断裂构造规模不等，伴随岩浆的侵位作用的发生与发展，给后期热液充填提供了疏矿、容矿的空间条件。

2、岩浆岩条件

岩体给金矿床的形成创造了提供矿质及热能、溶液的条件。据采样测试，花岗杂岩体平均含金丰度：牛心山为 18.60ppb，峪耳崖为 15.029ppb，较同类花岗岩的 4ppb（据黎彤，1981）高出 4 倍之多。可见，两矿床的成矿物质都有可能来自岩体。

通过对牛心山、峪耳崖、望头山，乃至辽西柏杖子等与金矿化有关的花岗岩体特征进行分析，我们认为燕山东段与金成矿有关的酸性侵入体必须具备以下共同特征：1、岩体具备较高的含金背景，且在岩体中分布极不均匀；2、岩体分异程度相当高，能划分出相带；3、岩体是多期或多阶段迭加侵入的产物，在物质成分上存在较大差异；4、岩石、矿物及元素组合具有一定规律，蚀变普遍，5、岩体具有一定规模。

从岩石化特征（表 2）看，与中国花岗岩平均成分（据黎彤，1961）比较，岩体富含 SiO_2、K_2O、Na_2O 而贫 Al_2O_3、Cao、Fe_2O_3 及 FeO；岩石氧化指数 $100 \times Fe^{3+}/(Fe^{3+} + Fe^{2+})$，牛心山岩体(52.94)较强，为峪耳崖岩体(26.09)的 2 倍。说明其具有较强的氧化性即相对侵位较浅；碱性指数 $100 \times Na^+ / (Na^+ + K^+)$ 变化在 51.93—61.50 之间，量变范围不大；里特曼指数 δ 值均小于 4 且接近，表明岩体属与侵位构造环境相当的钙碱性系列。

3、围岩条件

冀东地区几个花岗杂岩体岩石化学成分比较(%)　　表 2

Table 2 Comparison of three granite plutons in eastern Hebei Province (%)

岩体	样数	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Fe_2O_3	FeO	MnO	P_2O_5	TiO_2	K_2O	Na_2O	$\frac{100 \times Na^+}{Na^+ + K^+}$	$\frac{100 \times Fe^{3+}}{Fe^{3+} + Fe^{2+}}$	δ
峪耳崖	2	72.52	13.21	0.99	0.28	0.48	1.21	0.09	0.09	0.11	4.56	4.34	61.50	26.09	2.68
牛心山	5	74.98	12.73	0.40	0.15	0.76	0.63	0.19	0.06	0.04	3.77	5.29	51.93	52.94	2.57
望头山	4	77.00	12.67	0.43	0.10	0..56	0.53	0.01	0.03	0.06	4.54	3.65	54.63	50.00	2.10
平均值	11	74.83	12.87	0.61	0.18	0.60	0.79	0.09	0.06	0.07	4.29	4.43	56.02	43.01	2.51
黎彤(1961)	—	71.27	13.45	1.62	0.80	1.24	1.62	0.08	0.16	0.25	4.03	3.74	—	—	—

两岩体与金矿床围岩性质存在较大差异。牛心山岩体围岩的为下太古界迁西群斜长角闪片麻岩类，变质程度高，原岩为海相火山一沉积建造。据杜丁(1981)资料、冀东青龙—遵化一带迁西群（指中、上部）含金 50—300ppb，背景值较高；又据许毓奇(1988)牛心山 1157 件围岩样测试，其平均含金 6.30ppb，约低于区域丰度 8—48 倍。从矿区综合资料分析，引起这种近矿围岩含金丰度降低的原因很可能与岩浆热液活动，促使易释放金活化—迁移—聚集成矿有

关。

峪耳崖金矿床,矿化主要受岩体内、外接触带及构造裂隙控制,探明的储量有98.9%赋存在岩体内,岩体围岩(长城系高于庄组白云质灰岩)对金的富集成矿意义虽属次要,但岩体与白云质灰岩接触交代所引起的硅化、大理岩化等,对金的富集尤具积极作用。

4、蚀变作用

两矿床皆以硅化、绿泥石化、绿帘石化、绢云母化、钾(钠)化、黄铁矿及多金属硫化物矿化等中—低温热液蚀变为主,峪耳崖还广泛发育大理岩化。众多金矿床研究实践表明,高温热液蚀变对金的富集不利,然而,在冀东地区中—低温热液蚀变亦非完全有利,关键在于其它成矿物化条件的配合。从牛心山、峪耳崖矿床看,有利并促使金元素沉淀富集的蚀变组合形式主要有:黄铁矿—石英—绢云母化(即黄铁绢英岩化);黄铁矿—石英—绿泥石化;黄铁矿—绿泥石—绢云母化;黄铁矿—多金属硫化物矿化。

峪耳崖矿床金的富集程度还与硅质大理岩化,透辉石化具有一定联系。另外,两矿床金元素富集与钾、钠化关系表现异常,即局部地段与钠化有关,但多数似乎与钾化更为密切,致使金与蚀变关系复杂化。

5、与金富集有关的成矿元素地球化学

花岗岩中亲铜元素丰度值(ppm)　　表3

Table 3 The values of the chalcophile element in the three granitic plutons (ppm)

岩　体	样数	Cu	Pb	Zn	Mo	Ag	As	Sb	Hg	Au*
峪耳崖	20	31.60	63.42	30.79	1.70	1.96	2.61	0.19	＜0.01	15.03
牛心山	5	17.00	78.00	423.00	2.00	0.43	1.58	0.60	0.29	18.60
望头山	9	24.75	71.67	24.40	3.17	1.44	1.62	0.25	0.01	11.80
维诺格拉多夫(1962)		20.00	20.00	60.00	1.00	0.05	1.50	0.26	0.08	4.50

* Au 含量单位为 ppb

表3中,铜及亲铜元素一般均具有较高的含量,与维诺格拉多夫值相比,峪耳崖 **Cu、Pb、Mo、Ag、As、Hg** 含量较高,**Zn、Sb** 偏低;牛心山 **Cu** 低于维氏值,但 **Zn** 含量达 423ppm,高出维氏值7倍多,其余元素丰度如 **Ag、Hg** 等也具有较高的含量背景。

铜族元素的电子构型、离子半径、氧化还原电位等性质,与金元素具有很大的相似性。因此,它们的出现和高丰度聚集往往可指示金矿化存在。峪耳崖、牛心山、望头山等成金花岗岩体的微量元素丰度及变化特征证实了这一点。

另外,根据矿床内单矿物微量元素测试结果,计算出矿床中黄铁矿 **Co/Ni** 值牛心山为1.0—6.1,峪耳崖为16.6;**Se/Te** 值牛心山为1.04—1.84,峪耳崖一般＜0.4,而围岩中皆大于4,故本区黄铁矿的 **Se/Te** 值可作为区分非矿化与矿化的标志。

三、矿床成因演化

(一)岩体成因

据岩体与围岩的接触关系，分异演化程度、岩石化学成分、微量元素分布特征及其与矿化的关系等，可以判断岩体系侵入成因。但岩浆性质如何，下面将进行解析。

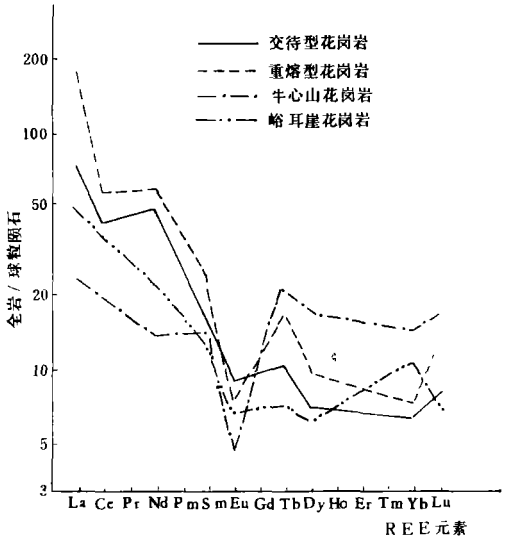

图 2　岩体 REE 元素与埃墨曼两种成因花岗岩模式比较

Fig. 2 Comparison of REE distribution between two plutons studied and two experience models on granits genesis

1、两岩体稀土元素均值经球粒陨石标准化后，应用埃墨曼 REE 配分模式（图 2）比较：(1) 两岩体 REE 元素曲线均向右倾，且 LREE 倾度大，HREE 较平缓；(2) 岩体 ΣLREE 富集（峪耳崖 75.7ppm、牛心山 44.5ppm），ΣHREE 贫化（峪耳崖 25.25ppm、牛心山 54.58ppm），La / Yb 值峪耳崖（9.03）比牛心山（2.72）大 3 倍多；(3) 两岩体 Eu 明显亏损（峪耳崖 0.49ppm、牛心山 0.35ppm），但牛心山之“V”异常较峪耳崖显著，说明其分异程度极高；(4) REE 元素曲线波动幅度较大，具有年青花岗岩的特征（一般认为古老花岗岩 REE 曲线平缓，Eu 亏损不明显）；(5) 两岩体 REE 曲线与埃墨曼重熔岩浆成因模式线接近，但峪耳崖拟合程度高于牛心山。

2、据冶金 515 队硫同位素分析资料（表 4），牛心山金矿床的硫同位素组成均值为 $\delta^{34}S$ + 5.53‰，其中：黄铁矿 $\delta^{34}S$ +5.4—+6.3‰、闪锌矿 $\delta^{34}S$ +4.7—+5.8‰、方铅矿 $\delta^{34}S$ + 4.3‰。量变范围 $\delta^{34}S$ +4.3—+6.3‰，级差+2.0‰。又据河北综合队资料（表 4），峪耳崖硫同位素组成均值 $\delta^{34}S$ +2.71‰，其中：黄铁矿 $\delta^{34}S$ +1.6—+4.5‰，黄铜矿 $\delta^{34}S$ +2.2—+2.8‰、磁黄铁矿 $\delta^{34}S$ +2.4—+3.2‰，变化范围 $S^{34}S$ +1.6—+4.5‰，级差+2.9‰。从两矿床同位素组成全为正、接近 O 及量变范围小的特征表明，不仅两矿床硫同位素分馏明显，而且与陨石硫特征相似，故推测其硫应来源于地壳深部及上地幔。

3、采用表 5 所列岩石铅同位素资料，将其数据投影在 B. R. Doe 等（1979）的 $^{207}Pb/^{204}Pb$—$^{206}Pb/^{204}Pb$ 图上（图 3），投点靠近下部地壳线，且向地幔方向变化，说明岩浆系重熔成因，但不排除幔源成分的加入。

综合上述，结合区域矿源层迁西群岩石铅与岩体铅特征相近（表 5）的特点，推测岩体系古老的迁西群在少量幔源成分参予下发生深熔形成的再生重熔岩浆侵位之产物。

岩体硫同位素 $\delta^{34}S$ 测试结果(‰)　　表 4

Table 4 Results of sulfur isotope $\delta^{34}S$ of the plutons (‰)

矿床	样数	量变范围	均值	级差	矿物	资料来源
峪耳崖	14	+1.6～+4.5	+2.71	+2.9	黄铁矿(8)、黄铜矿(2)、磁黄铁矿(4)	河北综合队
牛心山	22	+4.3～+6.3	+5.53	+2	黄铁矿(16)、闪锌矿(5)、方铅矿(1)	冶金 515 队

全岩铅同位素组成特征值　　表 5

Table 5 Pb—isotope composition of the plutons

地质体	样号	$^{206}Pb/^{204}Pb$	$^{207}pB/^{204}Pb$	$^{208}pB/^{204}Pb$	资料来源
峪耳崖	TZAI−5	16.967	15.287	36.538	自测(1986)
牛心山	TZAI−3	16.890	15.331	36.806	
	TZAI−4	16.440	15.130	35.971	
迁西群	TD−16	14.979	15.020	34.920	据长地院(1983)
	TD−17	15.666	15.040	34.202	

注:迁西群全岩样取自渔户寨、黄槐峪的斜长角闪岩;峪耳崖、牛心山皆为新鲜花岗岩。

(二)矿质来源

前已提及,峪耳崖矿床的成矿物质主要来源于岩体,而牛心山矿床既可来自岩体,又可来源于岩体周围围岩。按照金矿质来源的分类①,来自重熔岩浆自身分异演化的矿质称“熔生质”,即指赋存在地层(或矿源层)中的金经重熔成岩作用熔入融浆,又经深部分熔作用,侵位—分异作用进入岩浆期后热液形成含矿溶液;来自与重熔岩浆侵位演化间接有关的矿质属“变生质”的特殊类型,即由岩浆期后热液活动(包括岩浆侵入活动),引起附近矿源层发生蚀变(变质)作用而促使其中的金元素活化并吸入热液内,后又被搬到有利成矿环境富集。由此可见,峪耳崖矿床的矿质属熔生质的,而牛心山矿床的成矿物质应为熔生质与变生质的结合。

(三)成矿演化

1、成矿温度与成矿(溶液)环境

根据金属硫化物共生矿物组合对资料,计算出硫同位素组成的排序为:

峪耳崖　黄铁矿(+2.9)>磁黄铁矿(+2.8)>黄铜矿(+2.2)

牛心山　黄铁矿(+5.4)>闪锌矿(+4.9)>方铅矿(+4.3)

符合 Sakai(酒井)、Bachinski(巴金斯基)等的三硫化物硫同位素组成平衡条件:

峪耳崖　$\Delta\delta^{34}S_{py-cp} = \Delta\delta^{34}S_{py-po} + \Delta\delta S^{34}S_{po-cp} = +0.7‰$

①舒航,关于金矿质来源问题的探讨,1988

$$\Delta\delta^{3}{}_{py-Gn} = \Delta\delta^{34}S_{py-sp} + \Delta\delta^{34}S_{sp-Gn} = +1.10‰$$

故认为，牛心山矿床的大部分黄铁矿、闪锌矿、方铅矿及峪耳崖矿床的黄铁矿、磁黄铁矿和黄铜矿是在硫同位素达到平衡条件下沉淀的。依据共生硫化物矿物组合对之间分馏与温度关系原理，以及金属硫化物硫同位素地温计各矿物对 α—T 关系图(图 4)，判知峪耳崖、牛心山矿床的金属硫化物沉淀温度均在 150℃之上。经计算，其温度：峪耳崖为 227℃、529℃.1459℃；牛心山为 163℃、382℃.502℃和 593℃。按 Y·Kajiwara 等分馏方程适用温度范围 250°—600℃的限制条件，舍去超范围值，最终得出峪耳崖矿床硫同位素准确形成温度在 227℃—529℃之间、牛心山矿床在 382°—593℃之间。

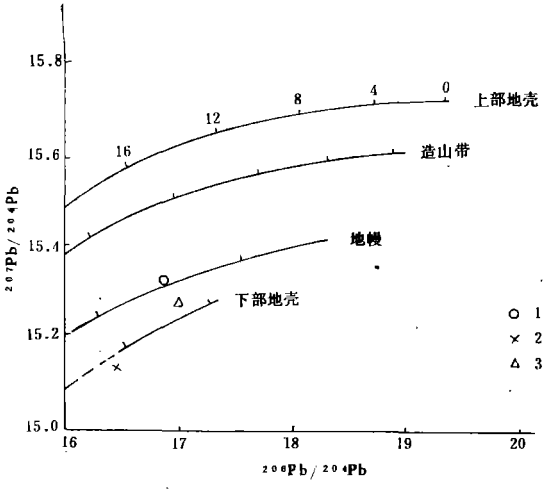

图 3 岩石铅同位素图解(据 B. R. Doe 等，1979)

Fig. 3. Pb—istopic plot (after B. K. Doe etal, 1979)

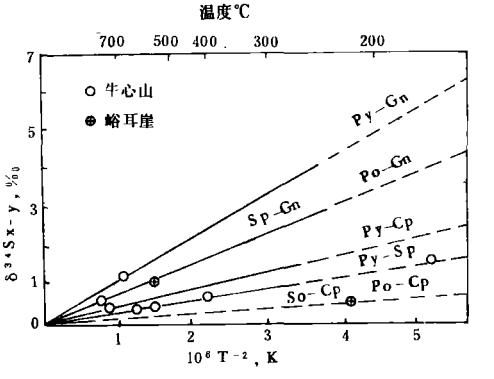

图 4 共生矿物对△ δ^{34}S 温度图解

(据 Y. Kajiwara 和 H. R. Krouse，1971)

Fig. 4. Diagram showing the relationship between △ δ^{34}S of paragenetic mineral pairs and temperature

据王可南 (1988) 计算，牛心山矿床黄铁矿、闪锌矿沉淀时的硫同位素溶液浓度 $\delta^{34}S\Sigma s \approx +5.37‰$。又据峪耳崖矿床平均 δ^{34}S 含量较低 (表 4)，约为牛心山矿床的 1/2，以及其它成矿条件的相似性，推测峪耳崖矿床金属硫化物沉淀时，溶液 δ^{34}S 浓度约在 +2.5‰±。

2、矿物共生组合及生成顺序

在两个矿床中，主要金属硫化物有黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、自然金，其次为磁黄铁矿、黝铜矿、辉铜矿等；脉石矿物为石英、长石、绿泥石、绢云母及方解石等。从矿物共生组合看，牛心山与峪耳崖矿床存在一定差异。前者较富闪锌矿和方铅矿，常构成黄铁矿—闪锌矿—方铅矿型金属硫化物组合；后者相对较贫闪锌矿和方铅矿而富磁黄铁矿，常组成黄铁矿—磁黄铁矿—(黄铜矿)型金属硫化物组合。故认为，当成矿溶液中硫同位素平均含量(浓度)高时，黄铁矿易与闪锌矿、方铅矿及自然金共生(牛心山)，反之，黄铁矿则易与磁黄铁矿、自然金等共生(峪耳崖)。

据岩矿鉴定资料，金属硫化物的大致生成顺序：峪耳崖为磁黄铁矿→黄铁矿→其它多金属硫化物；牛心山为黄铁矿→闪锌矿或方铅矿→黄铜矿（或其它多金属硫化物）。自然金及含金矿物伴随硫化物各成矿阶段皆可生成。

3、矿化富集规律

牛心山、峪耳崖矿床之金矿化，除在岩体内部两种花岗岩接触带、岩体与围岩内、外接触带，构造裂隙交汇、分枝、复合、膨大、收缩、拐弯及强烈破碎部位富集以外，还与围岩蚀变和硫化物共生组合有关。其特点：峪耳崖矿床的富集规律主要依赖于围岩蚀变与破碎程度，即硅化、绢云母化、绿泥石化、钠长石化及黄铁矿—磁黄铁矿化有规律的迭加并伴随强烈破碎作用，金矿化显著，牛心山矿床则与硫化物组合形式具有更密切的关系，即黄铁矿＋闪锌矿＋方铅矿＋（黄铜矿）有规律的组合，且量比适中时，金矿化最为强烈①。

4、成矿阶段与矿化期次

根据矿物共生组合关系及金的成色，可将成矿作用划分成几个阶段。如峪耳崖矿床金的成矿阶段从早至晚②为：金—磁铁矿阶段，成色 750；金—石英—黄铁矿阶段，成色 800；金—石英—多金属硫化物阶段，成色 800—900；金—碳酸盐及金—褐铁矿阶段，成色 790。

研究还表明，两矿床的矿化是多期的。牛心山金矿床的矿化热液活动期次至少可分三期：I 期热液活动与 r_5^{2-1}（红色中粗粒似斑状二长花岗岩）侵入有关，此期矿化一般微弱，但为矿化进一步富集奠定了基础；II 期热液活动与 r_5^{2-2}（白色细粒斑状二长花岗岩）迭加侵入有关，该期为最重要的成矿期，表现在岩体内，外广泛产生金赋集；III 期热液活动发生在岩浆作用结束之后，推测与区域性构造作用有关（远程运移热液），对矿化富集起到迭加、改造作用。峪耳崖岩体与牛心山岩体是相似的，亦为红、白两种花岗岩迭加侵入之产物，因而，其矿化期次亦不亚于三期，但与牛心山相异的是，第 III 期（甚至更多期次）矿化与强烈的构造破碎关系更紧密。

5、成矿时代及演化过程

利用 R. S. Cannan 的铅同位素演化模式，将铅同位素含量数据投影到 $^{206}Pb + ^{207}Pb + ^{208}Pb = 100$ 的三角坐标图中，样点几乎全落在正常铅的小三角区内，证明两岩体的同位素组成为单阶段演化的正常铅。采用 Holmes—Houtermans 的单阶段演化 Pb－Pb 等时线计算式及多伊（1974）的参数（$t_o = 4430Ma$、$a_o = 9.307$. $b_o = 10.294$）计算∅值，求得牛心山模式年龄为 10—14 亿年；峪耳为 8—9 亿年（前人资料一般为 16 亿年左右）。而两岩体的侵入时代均为燕山期（r_5^2），其绝对年令时限在 1.5 亿年左右。故推测它们为古老的矿源层经重熔成岩作用形成的再生岩浆一热液型金矿床。其演化过程如下：

在强大的压应力（静．动压力）作用及地幔热流体（不排除幔源物质）参与下，地壳深部矿源层（推测为迁西群）逐渐下沉到一定深度并逐渐熔化，金矿质同时熔入重熔岩浆中。受构造运动影响，深部分熔融浆沿深断裂脉动侵至地表浅处。相伴着重熔岩浆的脉动侵位及演化，金矿质与挥发分物质不断向岩浆期后热液集中，同时还吸附围岩金加入，形成含金矿液—运动到有利的构造部位及围岩中充填—交代—蚀变—富集成矿。

---

①舒航、米祥玉、孙中庆，冀东牛心山重熔花岗岩地质地球化学特及金矿成矿作用，贵金属地质，第 1 卷，1989 年（待刊）。

②据王子鸣等的研究报告，1985。

四、成金花岗岩体的标志及找金方向

(一)成金岩体的几个重要地质特征(标志)

1、牛心山、峪耳崖甚至整个燕山东段的成金花岗岩体均具有多阶段迭加侵入的特点,外观上表现为红、白两种花岗岩的特殊组合。一般白色细粒斑状花岗岩出露在中部,红色中粗粒似斑状花岗岩不规则镶嵌在周边。

2、成金花岗岩体皆系重熔成因,侵入位置较浅,岩石斑状、似斑状结构典型,红色花岗岩矿物结晶程度相对较好。

3、岩体分异演化程度相当高,不仅可划分相带,还可区分出不同岩石矿物组合;金分布极不均匀;以黄铁矿为代表的蚀变强烈而普遍。

4、岩体内、外构造裂隙相当发育,岩石破碎,氧化比较强,铁晕污染广泛。

(二)岩体与矿床的空间关系

发育于围岩中的矿体,一般分布在岩体侵入方向的前端或两侧,以脉状体形式出现;发育于岩体内部的矿体,多集中在岩体上部(背部)或两种花岗岩的接触带,呈浸染状、网脉状、盘状、带状体产出;发育于岩体与围岩接触带的矿体,严格受接触带控制,矿体几何形态复杂,主要有囊状、束状、带状、还可见透镜状、树枝状等。

(三)找矿方向

区域上,应把注意力集中在与上述岩体外观标志相似的岩体上。具有这种外观标志的岩体主要分布在都山岩体周围,尤其是其西北侧的"子岩体"比较集中,成矿条件好,当予高度重视。

对现行勘探的矿区(如牛心山)或已勘探完毕的矿区(如峪耳崖),应遵从岩体、围岩、矿床三者的空间构成关系及矿体几何要素,加强深部预测与盲矿勘查,以扩大工业储量。

参考文献

〔1〕王可南,牛心山金矿床的硫同位素组成及其地质意义,地质与勘探,24(1)1988,26—29

〔2〕武警黄金地质研究所,河北省峪耳崖金矿床地质特征,《中国典型金矿床实例》,(1)1985,197—205

〔3〕沈渭洲等,《稳定同位素地质》,第1版,北京,原子能出版社,1987,210—214

〔4〕舒航,花岗岩中含金石英脉的形成机理初析,《金银矿产选集》,(6)1986、36—42

〔5〕Emmermann,R. et at.,Petrologic signifi canee of rare earths elements distribution in granites,contr. mineral. petrol.,vol. 50,1975,267—283

CORRELATION AND DISCUSSION OF TWO GOLD DEPOSITS (NIUXINHAN AND YUERYA) IN HEBEI PROVINCE, CHINA

Shu hang Sun Zhongqi

(The First Geology and Exploration Co. M. M. I)

Abstract

Niuxinshan and Yuerya gold deposits are the magma — hydrothermal type deposits related to remelted granite conplex of Yanshanian Period. They are similar in their genesis although some difference can be found. This paper correlates data of their gelolgical features, petrochemistry, trace element, geochemistry, REE, isotopes, rock assemblage and mineral association, alteration, Au — enrichment pattern and source material based on which their genesis and evolution are discussed. Then mineralization, controling factors and further exploration targets for gold deposits related to Medium—acidic plutons in the eastern Hebei province are point out.