

遵化北部金矿区^①

同位素地球化学研究

肖美瑄

(冶金部天津地质研究院)

提 要 对采自遵化北部茅山金矿、田家村金矿区的黄铁矿及围岩分别进行了铅、硫同位素分析,按三阶段演化模式得出 $t_1=3.3\text{Ga}$, 相当于太古代变质岩成岩年龄, $t_2=1.4\text{Ga}$ 相当于冀东地区第二次变质作用和钾质花岗岩侵入年龄, $t_3=0.16\text{Ga}$, 相当于燕山花岗岩的侵入年龄。结合部分钾-氩年龄数据可以大致推断本区金矿经历了三次成矿作用。且成矿物质来源于太古界地层。

关键词 金矿床 铅、硫同位素 遵化

冀东是我国的重要产金地区之一。位于遵化北部的茅山金矿、田家村金矿一带,星罗棋布地分布着大大小小的群采点,日本侵华时掠夺开采的老硐也随处可见;然而具有一定规模的金矿床却很少见。笔者在对茅山金矿和田家村金矿进行矿床研究的同时,采集了一些同位素样品,通过铅、硫同位素研究,进一步探讨该地区金矿的成矿时代和物质来源,为寻找较大规模的金矿床提供理论根据。

冀东地区前人曾在金厂峪一带做过不少同位素方面的研究工作,积累了一定的资料,而对遵化北部茅山和田家村一带却很少有人问津,只是河北省地质八队在对茅山金矿进行详查时做了一二个茅山花岗岩的 K-Ar 年龄,时代为 165.8Ma ,定为燕山期产物,笔者进行的研究工作,正是填补这一地区同位素资料空白。

1 地质概况

位于遵化西北部的茅山金矿产于迁西群地层内的茅山二长花岗岩内,大地构造位置处于华北地台北缘燕山沉降带与内蒙地轴的交接处,区内广泛出露太古界—元古界的基性—中性火山碎屑沉积建造为特征的区域变质岩系。主要岩性为斜长角闪岩,角闪斜长片麻岩,辉石斜长变粒岩,磁铁石英岩。岩石内金的平均含量高于地壳克拉克值。

^① 收稿日期:1994. 4. 18 修改:1994. 6. 16

该矿床为一蚀变岩型金矿,区内围岩蚀变强烈,主要为绢英岩化,钾长石化、石英黄铁矿化。花岗岩破碎带内,岩石都受到不同程度的蚀变。

位于遵化东北部的田家村金矿产于迁西群地层中,主要岩性为黑云斜长角闪片麻岩,矿床直接围岩为一套中—基性次火山岩,黑云斜长角闪片麻岩及后期的碳酸盐化闪斜煌斑岩。围岩及其含金石英脉同受北北东构造主压性面控制,金矿脉的产状规模与断裂产状规模密切相关,成矿具有多阶段性。

2 铅同位素特征

笔者从茅山金矿和田家村金矿的围岩及迁西群地层中分别采集了部分黄铁矿、方铅矿及全岩做铅同位素测定,其测定结果如下(表 1 和表 2)。

从测定结果可看出,茅山金矿和田家村金矿铅同位素组成具有如下几个共同特征:

表 1 茅山金矿区铅同位素分析结果

Table 1 Pb-isotope analysis of samples from Maoshan Au-Mine

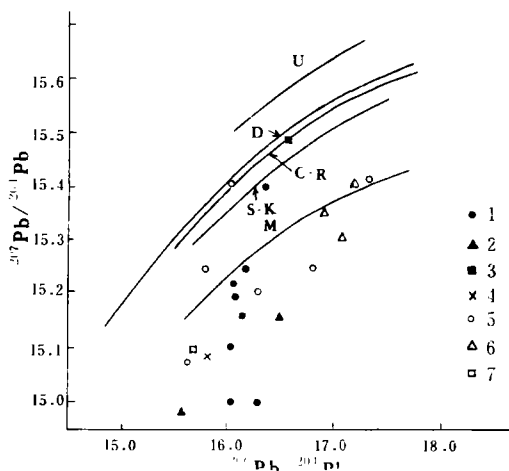
样品号	采样位置	测定对象	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	μ 值	Φ 值年龄 (Ma)
M-I 110-5b	110 中段	黄铁矿	16.108	15.206	36.101	8.78	1200
M I 110-1b	110 中段	黄铁矿	16.365	15.086	36.170	8.43	870
M I 110-3b	110 中段	黄铁矿	16.115	15.219	36.207	8.82	1220
M I 110-4b	110 中段	黄铁矿	16.003	15.100	35.874	8.57	1180
M I 110-6b	110 中段	黄铁矿	16.014	15.080	35.696	8.51	1140
M I 125-1b	125 中段	方铅矿	15.859	15.484	36.540	8.60	1280
M I 140-2b	140 中段	黄铁矿	16.307	15.420	36.805	8.88	1140
M I -1	I 号蚀变带地表	黄铁矿	16.239	15.251	36.324	8.80	1140
Mch-b	茅山钾化花岗岩内	钾长石	15.587	14.812	34.787	8.05	1180
Mij	茅山白色花岗岩内	钾长石	16.535	15.174	36.351	8.58	840
MB-9	茅山西南 400m 处	风化片麻岩	16.290	15.484	36.540	9.15	1340
MB-10	猪圈山探槽内	斜长角闪片麻岩	16.186	15.168	36.087	8.65	1100

(1)属于相对稳定的低 μ 值铅。 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为 16.014~16.365(茅山),15.708~17.272(田家村); $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为 15.080~15.420(茅山),15.018~15.417(田家村); $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为 35.696~36.805(茅山),35.428~37.737(田家村);其 μ 质均低于 9.58。在 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 座标图中,绝大部分在落在地幔铅演化曲线下及其下端,只有少部分分布在正常演化曲线 D 或 C.R 曲线附近(图 1)。

表 2 田家村金矿区铅同位素分析结果

Table 2 Pb-isotope analysis of samples from Tianjiacun Au-Mine

样品号	采样位置	测定对象	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	μ 值	Φ 值年龄 (Ma)
I K-4b	I 号坑道	黄铁矿	15.790	15.256	36.215	9.02	1500
I K-1b	I 号坑道	黄铁矿	17.272	15.417	37.737	8.93	550
I K-3b	I 号坑道	黄铁矿	15.708	15.089	35.604	8.66	1400
II K-9b	II 坑道 115 中段	黄铁矿	16.069	15.413	36.763	9.25	1440
II K-11b	II 坑道 115 中段	黄铁矿	16.845	15.254	36.965	8.68	690
II K-14b	II 坑道 140 中段	黄铁矿	16.365	15.213	36.428	8.71	1020
P-5	II 坑口东 200m 平洞	次安山岩	16.942	15.361	37.313	8.88	740
TC-3b	II 坑口西北 200m 处	次安山岩	17.210	15.415	37.493	8.94	600
2K-2b	I 号坑道内	次安山岩	17.120	15.316	37.238	8.76	550
II K-8b	II 坑口南 500m 处	斜长片麻岩	15.772	15.018	35.478	8.45	1260



1. 茅山金矿区黄铁矿 2. 茅山金矿区花岗岩钾长石 3. 茅山金矿区片麻岩 4. 茅山金矿区方铅矿 5. 田家村金矿区黄铁矿 6. 田家村金矿区次火山岩 7. 田家村金矿区片麻岩

图 1 茅山金矿,田家村金矿铅同位素组成座标图

Fig. 1 Pb-isotope composition plot for Maoshan and Tianjiacun Au-Mines

(2)矿石铅同位素组成与围岩(太古代变质岩)和与矿化有关的花岗岩的铅同位素组成相同或相近,其 μ 质也相近,都低于 9.58。按多伊单阶段模式,计算所得年龄都比较老,其模式年龄在 5.5~15 亿年。

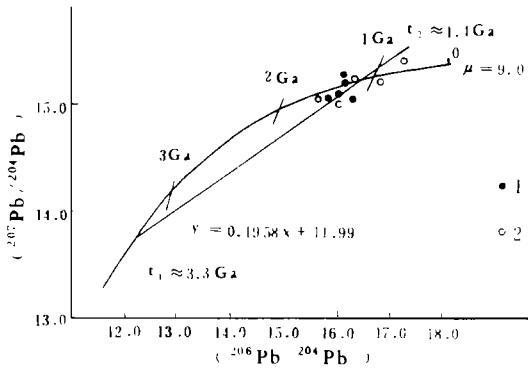
(3)茅山金矿和田家村金矿的矿石铅同位素组成在图中分布在地幔演化曲线附近或低于 μ 线,这清楚地表明金矿物质来源于地壳深部。茅山金矿的矿石铅同位素特征表明金的矿化既与太古代片麻岩有关又与后期的茅山花岗岩在成因上有直接关系。

(4)鉴于矿石铅同位素单阶段模式年龄小于围岩太古代变质岩而又大于与矿化有关的花岗岩及其次火山岩的年龄,推测其矿石铅为多阶段铅。按两阶段演化模式处理铅同位素分析结果,在 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 图上(图 2)可以拟合成一条直线。用最小二乘

法求得直线斜率 $b=0.1958$, 截距 $C=11.99$, 相关系数 $r=0.8598$ 。该直线与 μ 等于 9.0 的原始增长曲线有两个交点, 分别为 $3.3\text{Ga}(t_1)$ 和 $1.4\text{Ga}(t_2)$ 。年龄 t_1 相当于铅的来源年龄即迁西群年龄。年龄 t_2 表明由于后期的区域变质作用而形成金矿矿化作用的时代。

关于迁西群的形成年龄, 前人曾做过不少报导, 但是众说纷纭。其中比较一致的认识是其形成年龄可能要大于 $2800\sim 3000\text{Ma}$ (据孙大中等, 冀东早前寒武地质)。

据孙家树等(1982)采自迁西地区麻粒岩中长石、黑云母 Pb-Pb 等时年龄为 $3055\pm 250\text{Ma}$ (表 3), 而且该地区麻粒中斜长石、黑云母铅同位素组成 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为 $14.224\sim 17.322$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为 $14.903\sim 15.627$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为 $34.142\sim 38.543$, 和本区相比非常接近。他们认为 3055Ma 代表了迁西群麻粒岩的形成年龄。笔者所得出的 3.3Ga 迁西群片麻岩的形成年龄与之相比在误差范围内是一致的。



1. 茅山金矿黄铁矿 2. 田家村金矿黄铁矿

图 2 茅山金矿田家村金矿铅同位素二阶段演化图

Fig. 2 Two-stage evolution of Pb-isotopes for Maoshan and Tianjiacun Au-Mines

表 3 迁西地区变质岩斜长石黑云母 Pb-Pb 年龄测定结果

Table 3 Pb-Pb age determination by plagioclase and biotite from metamorphic rocks in Qianxi Area

样号	采样地点及岩性	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	模式年龄计算		Pb-Pb 等时年龄 (Ma)
					$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (Φ)	年龄值 (Ma)	
大 I	斜长石, 迁西太平寨, 紫苏斜长麻粒岩	16.537	15.440	36.516	1.4049	3740	$3055\pm 250\text{Ma}$
大 II	斜长石, 迁西县郭家沟, 云闪二辉斜长麻粒岩	14.273	14.931	35.235	1.0483	2860	
大 III	斜长石, 迁西县达峪, 紫苏斜长麻粒岩	14.224	14.904	34.142	1.0440	2850	
大 IV	斜长石, 迁西县高家窝子, 斜长花岗质混合岩	17.322	15.627	36.473	1.5049	3950	
大 V	黑云母, 迁西县郭家沟, 云闪二辉斜长麻粒岩	15.595	15.037	38.543	1.0945	3010	

摘自孙家树等, 华东地区迁西群铀钍铅法年龄, 1982

关于 t_2 为本区后期区域变质作用而形成金矿矿化作用的时代还未有充足的地质年龄资料证实这一推论, 看来两阶段演化模式过于简单, 故可按三阶段演化模式探讨金矿化的时代, 经计算 $t_1=3.3\text{Ga}$, $t_2=1.4\text{Ga}$, $t_3=0.16\text{Ga}$, 此结果与利用 U-Pb 和 K-Ar 年龄方法获得的区域上最强烈的几次地质事件年龄值大体相近 (表 3, 表 4), 即 t_1 相当于太古代变质岩成岩年龄, t_2 相

当于冀东地区第二次变质作用和钾质花岗岩侵入年龄, t_3 相当于燕山期花岗岩的侵入年龄。据此可以推断本区金矿经历了三次成矿作用, 这一结论与野外观察到的地质特征相吻合。

表 4 燕山中段部分岩石 K-Ar 年龄表*
Table 4 K-Ar ages of rocks in the middle Yanshan Area

采样地点	岩石名称	测定对象	年龄 (Ma)	测定人
				测定时间
汤泉茅山金矿	二长花岗岩	钾长石	165.8	河北地质八队, 1987.11
青山口	黑云母花岗岩闪长岩	黑云母	195.6	林尔为, 1985
金厂峪金矿	绢云母片岩	全岩	197.1	杜尔为, 1985
洼子店	石英二长斑岩	黑云母	91.7	吴尚全, 1979.12
峪耳崖金矿	伟晶岩脉	钾长石	149.0	吴尚全, 1979.12
高家店金矿	闪长岩	全岩	115.0	赵家农, 1982.4
高家店金矿	二长岩	全岩	128.0	赵家农, 1982.4

* 摘自《全国同位素地质年龄汇编》及《长春地质学院学报》1985 年第四期

3 硫同位素特征

研究金矿床硫同位素变化规律, 不仅可以查明成矿物质的迁移机制和矿床形成的物化条件, 从而为建立矿床成矿模式提供证据。笔者仅在茅山金矿的不同中段采集了部分硫同位素样品, 其测定结果如下(表 5)。

表 5 茅山金矿区硫同位素分析结果
Table 5 S-isotope analysis of samples from Maoshan Au-Mine

样品编号	采样位置	样品名称	测定矿物	测定结果 $\delta^{34}\text{S}\%$
M II 140-2b	140 中段	黄铁矿化绢英岩	黄铁矿	5.6
M I P-2	茅山地表	黄铁矿化绢英岩	黄铁矿	5.8
M II 110-1b	110 中段	黄铁矿化石英脉	黄铁矿	5.2
M II 110-3b	110 中段	黄铁矿化绢英岩	黄铁矿	6.7
M II 110-4b	110 中段	黄铁矿化绢英岩	黄铁矿	6.5
M II 110-5b	110 中段	条带状黄铁矿化石英脉	黄铁矿	8.3
M II 110-6b	110 中段	条带状黄铁矿化石英脉	黄铁矿	6.8

从表中可以看出硫同位素组成具如下几个特征:

(1)黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$ 值范围有两个变化区间,即 5.2~5.8 和 6.5~8.3。 $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$ 值介于 5.2~5.8 之间的黄铁矿,其产出位置更靠近上部,黄铁矿呈浸染状,而 $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$ 值介于 6.5~8.3 的黄铁矿靠近矿体的中下盘,矿石呈致密块状,黄铁矿呈细脉状产出,镜下鉴定此黄铁矿较浸染状黄铁矿生成较晚。 $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$ 值的变化除与在成矿过程中含矿热液本身 ^{34}S 值不断增加有关外,可能与上部接近地表,有地下水参与成矿作用从而造成 ^{34}S 质的降低有关。

(2)矿体中硫同位素组成比较稳定,由成矿早期 $\delta^{34}\text{S}\text{‰}=5.2$,经成矿期 $\delta^{34}\text{S}\text{‰}=5.2\sim 8.5$,到成矿晚期 $\delta^{34}\text{S}\text{‰}=5.6\sim 6.7$,其变化幅度不大,这表明在该矿床形成过程中有一个稳定的硫源。

(3)据前人资料,冀东迁西群变质岩的 $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$ 值在 -1.2~5.4,平均值为 2.3‰,而且与太古代绿岩带有关的变质热液金矿床的硫同位素组成受矿源层硫同位素背景值和变质相带制约。与矿源层硫同位素背景值比较,矿石硫往往稍富 ^{34}S ,与之相比,茅山金矿的矿石硫同位素组成稍稍富集了 ^{34}S ,考虑到茅山金矿矿石铅同位素组成特征与迁西群变质岩和茅山花岗岩的铅同位素组成极为近似,可以认为矿床硫同位素组成受矿源层(变质岩)和岩浆作用的双重制约。

4 金矿成矿期与矿质来源

茅山金矿广泛发育钾长石化,黄铁矿化-硅化及绢英岩化。金主要在硫化物石英期富集成工业矿体。在茅山花岗岩中发现与青山口花岗岩和金厂峪硫化物-石英期矿化相似的石英大脉,故推测硫化物-石英期矿化与茅山花岗岩的侵入有成因上的联系,K-Ar 法年龄测定结果基本证实了这一点。矿区的茅山花岗岩钾长石年龄为 165.8Ma,与青山口侵入体形成时代 195.6Ma 和金厂峪金矿绢云母片岩全岩年龄 197.1Ma 基本相近(表 4),这说明硫化物-石英期金矿化的形成时期与茅山花岗岩相近。

研究表明,遵化北部地区金矿的形成经历了三个阶段:即太古代的火山-沉积作用阶段,冀东地区第二次变质作用和钾质花岗岩侵入阶段和中生代燕山运动早期的热液成矿阶段。铅同位素研究和钾-氢年龄提供的信息表明上述金的演化的可能性。金来源于太古界地层,经燕山期构造岩浆活动活化,金既可以在中酸性岩体中富集成矿(茅山金矿),也可以在太古界地层中的有利部位成矿(田家村金矿)。因此,尽管金矿的产出围岩不同,实际上均在同一成矿物质来源,同一时期的成矿作用下形成的矿床。

本文得到张英臣高级工程师的指导和审阅在此表示谢意。

参考文献

- 1 河北省地质八队·河北省遵化县茅山金矿区详查地质报告·1987

- 2 王义文. 中国金矿床稳定同位素地球化学研究. 贵金属地质, 1988
- 3 陈好寿. 我国金矿床的铅同位素地球化学研究. 贵金属地质, 1988
- 4 孙家树, 等. 华东地区迁西群铀钼铅法年龄. 第二届全国同位素地球化学学术讨论会, 1982
- 5 全国同位素地质年龄数据汇编小组. 全国同位素地质年龄汇编. 地质出版社
- 6 林尔为, 等. 冀东金矿集中区的铅同位素研究. 长春地质学院学报, 1985
- 7 孙大中, 等. 冀东早前寒武纪地质. 天津科学技术出版社, 1984

ISOTOPE GEOCHEMISTRY RESEARCH ON Au-MINES IN THE NORTH OF ZUNHUA, HEBEI PROVINCE

Xiao Meixuan

(*Tianjin Geological Academy 42 Youyi Road Tianjin, China, 300061*)

Abstract

Samples collected from Maoshan and Tianjiacun Au-Mines are analysed for Pb and S isotopes of pyrite and those of the wallrocks. $t_1 = 3.3\text{Ga}$ corresponding to rock-forming age of Archean metamorphic rocks, $t_2 = 1.4\text{Ga}$ to the second metamorphism in the east Hebei Area and the intrusion of K-granite, $t_3 = 0.16\text{Ga}$, to the intrusion of Yanshanian granites are obtained by three stage evolution model. Together with some K-Ar data it is inferred that Au-ore in the area underwent three metallogenic events and ore materials could be derived from the Archean rocks.

欢迎订阅《建材地质》

《建材地质》是国家级建材与非金属矿地质类综合性科技期刊。主要报导我国建材、非金属矿资源地质, 找矿与勘探方法, 水文与工程地质, 矿产开发与利用, 节能矿产, 选矿、加工工艺, 岩矿、化学及物性测试, 环境保护与评价, 管理科学, 消息动态等。主要读者对象: 相关行业的科技人员, 管理人员及大、中院校师生。

本刊为双月刊, 每期约 7.5 万字, 1995 年每本定价 3.00 元, 全年 18.00 元, 邮发代号 82—319。本刊 1995 年的征订工作已经开始, 订户可通过当地邮局订阅, 亦可与本刊编辑部联系。

本刊尚存部分年合订本, 欢迎选购。

本刊地址: 北京市朝内大街甲 190 号 邮编: 100010

电话 5249331—2101