

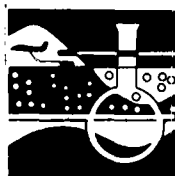
金家庄矿田成矿断裂构造地球化学研究及隐伏矿床预测

刘亮明

(桂林冶金地质学院隐伏矿床预测研究所)

本文在总结金家庄矿田地质、地球化学背景的基础上, 综合分析
了成矿断裂的变形、蚀变及地球化学特征, 应用断裂构造地球化学方
法在矿田西段进行了找矿预测, 提出了应用断裂构造地球化学方法圈
定找矿靶区的三项标准。

关键词 金家庄矿田 成矿断裂 构造地球化学 找矿预测



勘探与预测

断裂构造地球化学是研
究断裂构造中的地球化学特
征, 探讨断裂构造演化与地
球化学演化内在联系的一门
分枝学科。由于众多的矿
床, 特别是内生金矿床, 在
其成矿成晕演化过程中, 断裂构造起着极其
重要的作用, 不仅矿体的定位直接受断裂构
造控制, 作为找矿主要地球化学标志的原生
晕, 也与断裂构造有着密切的关系 (B.
П. 巴尔苏科夫等, 1988)。

在金家庄矿田西段进行隐伏矿床预测综
合研究时, 笔者尝试性地应用了断裂构造地
球化学方法, 取得了较满意的结果。

地质背景

矿田位于河北省赤城县。其大地构造位
置在中朝准地台内蒙台背斜与燕山沉降带的
交界部位。区内断裂构造发育。基岩出露较
好。出露的地层主要为太古界桑干群和中侏
罗统髫髻山组。桑干群是一套由角闪斜长片
麻岩、斜长角闪岩、浅粒岩及变粒岩等组
成的古老变质岩系。髫髻山组为一套由集块
岩、火山角砾岩、凝灰岩、流纹质安山岩等
组成的火山岩系。岩浆岩广泛发育, 主要为

海西期透辉岩、碱性杂岩及印支期钾长石
岩。地层及岩浆岩分布见图 1。

区内构造发育, 主要有东西向、北北西
向、北西向、北东向及北北东向 (图 1)。
其中以东西向和北北西向规模最大。破碎带
宽度多在 20m 以上, 最大延长达 28km, 为
区内的主干构造。东西向断裂构造是本区主
要的成矿构造, 已发现的金矿床 (点) 都直
接或间接受其控制, 且均为构造蚀变岩型,
为广义的含金剪切带, 基本上属脆性剪切
带, 金矿体定位严格受断裂构造控制, 与岩
性关系不大, 多赋存在超基性岩、碱性杂岩
和古老变质岩中, 中侏罗统火山岩中目前还
未见矿体。

地球化学背景

1. 元素组合特征

在矿区范围内选择了一条垂直主要控矿
断裂、通过矿化地段和非矿化地段的剖面,
进行了系统的原生晕工作, 对 37 个样品的
分析数据进行 R 型聚类分析, 从其谱系图
(图 2) 可以看出, 当相似水平为 0.45 时,
13 个元素可明显地分为 5 组: Au、As、
Cl; Co、Ni、Ag、F; Pb、Zn、Cu;
Mo、Cr; W。

本文 1992 年 11 月收到, 1993 年 2 月修回。李春兰编辑。

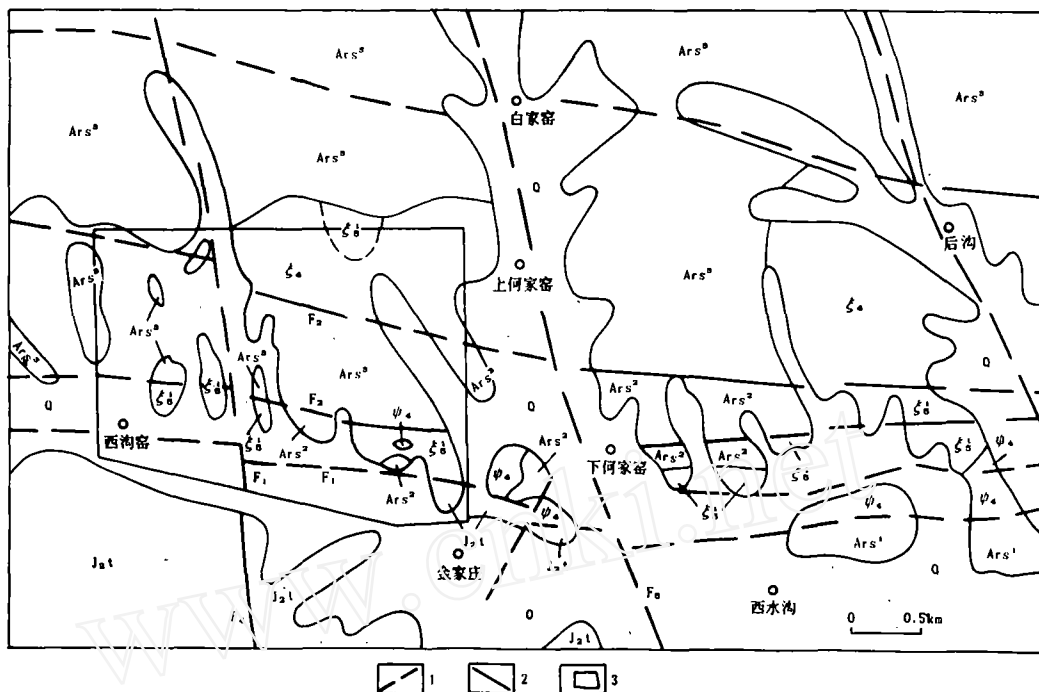


图1 金家庄矿田地质略图

Q—第四系；J_{2t}—中侏罗统髫髻山组；Ars³⁻¹—太古界桑干群第三至第一岩性段；ζ₃¹—印支期钾长石岩；ζ₄—海西期碱性杂岩；ψ₄—海西期超基性岩；1—断层；2—地质界线；3—断裂构造地球化学法找矿预测区

通过对比以上5组元素富集地段地质背景特征，表明它们反映了不同的地质成因，具有不同的地质意义。Au、As、Cl和Pb、Zn、Cu是成矿热液带入的元素，前者是金矿化的元素组合；后者为铅锌矿化元素

系较密切。Mo、Cr与中侏罗统火山岩关系密切，与金矿化关系不大。W与碱性岩浆活动有关，与金矿化亦有较密切关系。由此可见，Au、As、Cl是最佳的矿化指示元素，Co、Ni、Ag、F、W、Pb、Zn、Cu也具一定指示意义。考虑到经济和分析工作量，构造地球化学扫面选择了Au、Ag、As、Pb、Zn、Cu作指示元素。

据B·П·苏尔巴科夫等（1988）总结，中温热液金矿床原生晕分带序列由矿上到矿下为(Sb、Ag)、Pb、Zn、Au、Cu、(Mo、Sn)、Bi、(Be、W、Co)，结合金家庄矿田的地质地球化学特征，我们选择的均为矿上指示元素。

2. 指示元素的背景值异常下限

准确确定矿化指示元素的背景及异常下限值，对研究成矿断裂构造地球化学特征及用其开展找矿预测是十分重要的。为保证数据的代表性，选3条典型剖面，用长剖面法

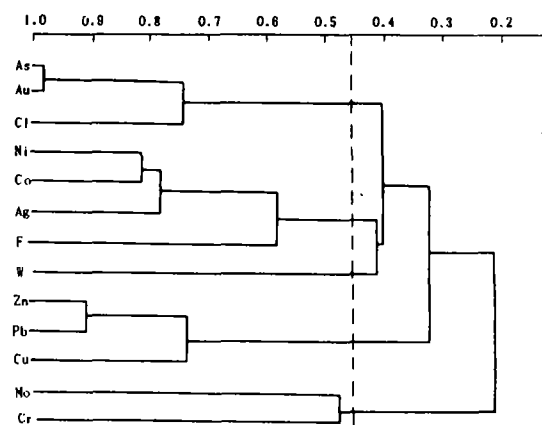


图2 微量元素R型聚类谱系图

组合。Co、Ni、Ag、F与沿断裂展布的超基性岩有关，为深源元素组合。与金矿化关

和直方图法分别求各元素的背景及异常下限值,然后取其平均值。各元素的背景值为: Au $0.7(\times 10^{-9})$, Ag 0.16 , As 1.0 , Pb 19 , Zn 50 , Cu $8(\times 10^{-6})$; 异常下限为: Au $1.8(\times 10^{-9})$, Ag 0.29 , As 2.7 , Pb 54 , Zn 125 , Cu $18(\times 10^{-6})$ 。

分析数据由冶金部第一地质勘查局中心实验室提供。

值得指出的是本区 Au 的背景值比地壳克拉克值(3.5×10^{-9} , 黎彤, 1984)低得多, 传统观念认为不易形成金矿。当前不少矿床学家和地球化学家认为, 在金的低背景区可以形成金矿(Blyle, 1979), 许多大型矿床, 甚至特大型矿床也可产于低背景区(胡受奚, 1990)。这是因为: 一方面围岩中的成矿元素活化迁移到成矿热液系统中而使围岩的背景值偏低; 另一方面, 即使在真正的低背景区, 来自深源的成矿元素亦可以成矿。过去许多有关赋存金矿的古老变质岩中 Au 的高丰度值的报道实际上可能是一种假像(汪东波, 1989)。背景值与成矿并没有正相关的关系。金家庄金矿即是一种产于低背景区的金矿。

成矿断裂的变形、蚀变及地球化学特征

成矿断裂是指那些在矿床的成矿演化过程中起着重要作用、并直接或间接地控制着矿体定位的断裂构造。在金家庄矿田范围内, 成矿断裂分为两级: 一级为控制矿床分布的大型主干断裂; 另一级为直接控制矿体定位的中小型断裂, 即含矿断裂。有时含矿断裂即包含在大型主干断裂中, 这时所产出的矿体的规模往往较大。

1. 产状及演化特征

本区控制矿床分布的大型主干断裂主要是三条东西向的大型断裂, 即横穿矿田的

F₁、F₂、和 F₃。已发现的所有金矿床(点)都集中分布在这三条断裂带及其派生的次级断裂中, 断裂经历了长期而复杂的演化历史, 不仅控制着矿床的分布, 也控制岩体的分布。

含矿断裂主要有: 东西向、北东东向和北北东向, 均与 F₁、F₂、F₃ 等主干断裂密切共生。产于主干断裂中的矿体, 其产状与主干断裂一致或基本一致, 且靠近其下盘, 一般下盘为碱性杂岩, 上盘为桑干群古老变质岩, 这十分类似于胶东招徕地区的“焦家式”金矿的构造控矿模式^①。主干断裂派生的次级含矿断裂一般产于主干断裂的上盘, 与主干断裂呈平面或剖面相交。

含矿断裂经历了多期活动, 主要有两期: 早期活动为压剪性, 形成碎斑岩和碎裂岩等; 晚期为张性, 形成角砾岩。早期的碎裂岩和碎斑岩又成了晚期角砾岩中的角砾, 其棱角分明。两次主要构造活动都以脆性变形为主, 形成的构造岩均为碎裂岩系列, 无明显的韧性剪切变形的标志。

2. 蚀变及矿化特征

成矿断裂中构造岩及其两侧邻近的围岩均发育一套与矿化密切相关的蚀变岩, 且由多期蚀变叠加而成, 主要有: 早期的钾化, 中期的黄铁绢英岩化及晚期的硅化。因矿田内不同地段的岩性等有所差异, 各期蚀变的发育程度有所不同。

钾化是与碱性岩浆活动有着密切关系的热液活动的产物。其影响范围不仅限于断裂构造, 具有面型的特征。广泛发育的钾长石以微斜长石为主, 因受后期构造变形和热液蚀变的影响, 其交代成因特征已不明显。离破碎带较远的岩石受后期变形、蚀变影响较弱, 微斜长石交代斜长石形成的镶边结构、净边结构以及交代蚕蚀结构等十分发育。纯净的钾长石岩含 Au 并不高, 只有叠加了黄

① 张耀亚、文子中, 山东焦家式金矿地质, 1983。

表 1 各种蚀变岩中矿化指示元素含量统计表

蚀变岩	产出特征	样数	Au	Ag	As	Pb	Zn	Cu
钾长石岩	产在东北向的裂隙中	3	0.5	0.21	0.67	27	58	24
钾长石化及黄铁绢英岩化叠加的碎裂岩	产在西北向断裂中	5	110.6	2.67	37.32	111	116	25
早期疏密的硅化岩	产在东西向裂隙中	3	2.1	0.14	0.91	16	23	12
晚期梳状石英脉	产在南北向裂隙中	3	24.6	0.23	1.34	20	34	33
钾化及两期硅化叠加的碎裂岩	产在南北向裂隙中	3	215.6	0.51	6.23	33	81	17

注: Au 的单位为 10^{-9} ; 其余为 10^{-6} ; 由冶金部第一地质调查局中心实验室测试。

铁绢英岩化以后, 含 Au 量才大大提高 (表 1)。

黄铁绢英岩化是本区与金矿化关系最为密切的一次蚀变, 其发育时间晚于钾化。在围岩为桑干群片麻岩及海西期超基性岩的含矿断裂中, 这种蚀变尤为发育, 在浅粒岩及碱性杂岩的含矿断裂中, 相对较弱。黄铁绢英岩化越强烈, 矿石的品位就越高。

硅化是本区大多数断裂中都发育的一种蚀变。明显地分为两期, 早期的硅化为黄铁绢英岩化期的硅化, 参与形成黄铁绢英岩, 也能单独形成一种致密的硅化岩, 表现出明显的同构造硅化的特征, 其纯净的硅化岩含 Au 并不高 (表 1)。晚期的硅化发生在断裂张性活动期, 硅化岩呈脉状产于断裂带的裂隙中, 或胶结脆性破裂形成的构造角砾; 硅化石英的颗粒粗大, 结晶程度较高, 常具梳状构造, 所形成的硅化岩含 Au 很高 (表 1), 对金矿形成有利。

含矿断裂除具备上述蚀变特征, 还必须伴有金属矿化, 主要为黄铜矿化、方铅矿化、闪锌矿化及金银矿化。金除了呈金银矿产出外, 主要赋存在黄铁矿中。并不是所有发育上述蚀变特征的断裂都能发生矿化, 金矿化一般发育在断裂中变形蚀变最强烈的部位。

3. 地球化学特征

本区东西向的主干成矿断裂 F_1 、 F_2 和 F_3 中不同地段的蚀变构造岩的矿化指示元素含量对比 (表 3) 表明: F_1 和 F_3 中 Au、Ag、As、Pb、Zn、Cu 富集程度较高, 其中 Au 的富集系数在 F_1 中达 47, 在

F_3 中为 24.8~115.8。在 F_2 中上述元素无明显富集。预示在所分析地段 F_1 、 F_3 及其附近找矿潜力较 F_2 大。从所分析地段蚀变特征看, F_1 和 F_3 蚀变较强, 前述 3 种蚀变发育齐全; 而 F_2 主要为钾化, 未见明显的黄铁绢英岩化及晚期硅化。

次级含矿断裂中矿体之上的非含矿蚀变构造岩中, 矿化指示元素也显示出较强的富集特征。如大北沿矿段 Au 的富集系数达 336 以上。

断裂构造地球化学找矿预测

1. 工作及确定靶区的标准

应用断裂构造地球化学进行找矿预测与原生晕方法有所不同, 不是按一定的网度均匀采样, 而是以发育在断裂 (特别是具成矿断裂特征之断裂) 和裂隙中的各种蚀变构造岩和脉岩为主要采样对象; 故在圈定原生晕异常时除考虑数据值外, 还要考虑采样断裂的蚀变及展布特征。确定的找矿靶区必须是矿化指示元素的正异常区, 且具有与成矿断裂类之断裂分布, 不仅产状类似, 更主要的是有类似的成因演化及变形蚀变特征, 以及与成矿断裂类似的地球化学、异常元素组合及异常结构等特征。

2. 找矿预测

在金家庄矿田西部 (见图 1) 5km^2 范围内, 应用断裂构造地球化学方法进行了找矿预测, 对区内断裂构造进行了全面调查和采样测试分析 (251 个样)。根据前述靶区确定标准, 圈出了两个靶区, 其中心分别位于 F_1 和 F_3 上, 地表未见矿体出露。根据靶

表 2 主干成矿断裂中不同部位蚀变岩矿化指示元素含量统计表

断裂	剖面号	样数	含量	Au	Ag	As	Pb	Zn	Cu
F ₁	3	3	C	32.9	1.26	5.56	56	92	56
			Cm	70.8	2.77	8.99	113	112	101
			K	47	7.8	5.56	2.9	1.84	82
F ₃	3	3	C	13.5	1.03	35.09	46	183	85
			Cm	23.7	1.8	90.84	78	373	113
			K	33.85	6.4	35.09	2.4	3.6	10.7
	O	4	C	31.1	1.38	45.73	259	460	80
			Cm	247.9	2.22	136.09	623	1350	154
			K	115.8	8.6	45.7	13.6	9.2	10
	4	3	C	17.4	1.56	1.36	109	152	26
			Cm	40.2	2.22	1.65	158	182	43
			K	24.8	9.7	1.36	5.7	3	3.3
	8	3	C	27.4	11.75	1.69	668	164	152
			Cm	795	31.48	2.32	1310	152	245.5
			K	39.1	73.4	1.69	35.1	2.1	19.2
F ₂	3	1	C	0.8	0.37	0.49	27	50	10
			K	1.1	2.3	0.49	1.4	1	1.3
	4	3	C	0.5	1.10	1.36	95	78	9
			Cm	0.8	2.45	1.59	115	166	13
			K	1.1	6.9	1.36	5	1.6	1.1
	8	2	C	0.5	0.09	0.78	42	44	5
			Cm	0.6	0.09	0.79	74	54	6
			K	0.7	0.56	0.76	2.2	0.88	0.63
			区域背景值			0.7	0.16	1.0	19

注: C—平均含量; Cm—最高含量; K—富集系数; 其余同表 2。

区内的地质、地球化学特征, 推测异常下部有隐伏矿化体存在。在该区进行的构造射气测量、地电化学测量和土壤离子电导率测量, 几种方法圈出的靶区与构造地球化学方法圈定的靶区完全一致, 故设计了两个钻孔, 建议有关单位验证, 因经济条件所限, 目前尚未动工。

参考文献

- [1] B·Л·巴尔苏科夫等 (吴传璧、邱郁文译), 《金属矿床地球化学普查方法》, 冶金工业出版社, 1988 年。
- [2] R·W·博伊尔 (马万钧等译), 《金的地球化学及金矿床》, 地质出版社, 1984 年。
- [3] 胡受奚等, 南京大学学报 (地球科学), 1990, 第 1 期。
- [4] 汪东坡, 桂林冶金地质学院学报, 1989, 第 3 期。

Studies on Tectono-Geochemistry of the Metallogenic Rifts and the Prognosis of Concealed Deposit in the Jinjiazhuang Ore-Field

Liu Liangming

Based on summarizing the geological and geochemical settings, the author analyses the deformation, alteration and geochemistry features of the metallogenic rifts. By making use of the rift tectono-geochemical method, the author predicts the concealed deposits in the west of the area, and put forward three criterions for locating prospecting target.