

元素 (成分)	样品编号								
	MGD-01	MGD-02	MGD-03	MGD-04	MGD-05	MGD-06	MGD-07	MGD-08	MGD-09
FeO*	2.76	0.90	1.31	0.97	1.12	1.03	0.64	1.15	1.00
SO <sub>3</sub> *	0.080	0.072	0.092	0.035	0.065	0.034	0.034	0.078	0.069
Dy	3.63	3.87	5.05	6.22	2.78	3.62	7.50	5.20	4.94
Er	2.04	2.26	2.92	3.70	1.44	2.22	3.82	3.16	2.66
Eu	1.17	1.11	1.68	1.47	1.23	1.11	1.65	1.43	1.53
Ga	16.4	18.0	19.5	21.8	17.3	19.8	30.0	18.2	20.5
Gd	4.33	4.62	5.36	6.60	3.56	4.10	7.56	5.99	5.98
Ho	0.82	0.94	1.17	1.45	0.64	0.80	1.54	1.10	1.14
Lu	0.30	0.34	0.43	0.51	0.23	0.34	0.50	0.43	0.36
Nd	34.2	4.00	50.3	45.0	31.7	30.6	48.4	43.3	41.0
Pr	7.52	9.44	12.2	10.7	7.49	7.36	11.7	9.88	9.44
Sc	14.0	9.52	15.3	17.0	8.71	13.0	15.0	16.0	14.5
Sm	5.83	6.10	8.15	7.83	5.22	6.22	9.41	7.74	7.90
Tb	0.73	0.74	0.92	1.09	0.55	0.68	1.10	0.94	0.87
Tm	0.40	0.44	0.52	0.58	0.35	0.41	0.63	0.52	0.48

\*含量为%。

样品包装: 75克塑料瓶, 200克玻璃瓶。

发行单位: 冶金工业部天津地质研究院标样室。

通讯地址: 天津河东区中山门

在此向所有支持、协助本批标样研制的单位和个人一并表示衷心感谢。

#### 参 考 文 献

- [1] Abbey, S.: Geostandards Newsletter, 1980, Vol. 4, p. 163~190
- [2] Steele, T. W.: Geostandards Newsletter,

1978, Vol. 2, P. 71~106

[3] Govindaraju, K.: Geostandards Newsletter,

1980, Vol. 4, p. 19~138

[4] Brian Lister: Geostandards Newsletter,

1982, Vol. 6, p. 175~206

[5] Govindaraju, K.: Geostandards Newsletter,

1984, Vol. 8, p. 63~112

[6] Dybczynski, R., et al: Geostandards Newsletter, 1979, Vol. 3, p. 61~88

## 晋东北金银地球化学省浅析

桑华文

(山西省地质矿产局区调队)

### 地化省的地质特征

地化省位于北北东向太行山—武陵山重力梯变带与近东西向阴山重力梯变带交汇处<sup>[1]</sup>, 是华北地块成

矿省的一个重要组成部分<sup>[2]</sup>。其北带采凉山区处于阴山纬向构造带南缘的次级东西向构造——阳高破碎带; 中部的恒山和南部的五台山则处于祁吕—贺兰山字型前弧东翼临近反射弧部位及其与古北东向构

造、太行山经向构造带北端和广灵山字型构造四者的复合部位。各种褶皱（轴向多为北东向）和断裂构造（走向主要为北西向）均十分发育。为Au、Ag矿的导矿与容矿提供了先决条件。

古北东向构造和古东西向构造既是太古代五台期—元古代吕梁期酸性、中基性、基性、超基性岩浆及

岩浆期后热液与海底中酸性、基性火山喷发岩浆的良好通道，又是Cu、Au、W、Sn、Mo等元素随之迁移富集的良好场所。与金矿有显著依存关系的中基性火山岩基底成分，在五台群（绛县群及其上的中条群）中占有极大比例。因此，五台群的构造线方向（北东向构造）就成了晋东北Au(Ag)地化省的总体展布方向(图1)。

太行山经向构造不但控制着省内62%的沉积型元素异常的分布，而且控制着中生代燕山期中酸性岩浆岩的展布。当然也控制着以它为母岩的Au、Ag、Mo、Cu、Pb、Zn等元素的迁移和富集。占全省出露面积和岩体个数65%左右的燕山期酸性、中酸性岩浆岩分布在晋东北，从而使Au、Ag、Mo、Cu、Pb、Zn等元素再次富集。另外，一些夕卡岩型元素异常的形成亦多与此有关。可以说太行山经向构造是本省热液型元素异常的主要控制因素，其他构造只是叠加或改造作用而已。然而从分布型式上看，广灵山字型构造似乎控制着晋东北东部异常群（Au、Ag、Mo、Cu、Pb、Zn）的展布。

大量中基性岩浆为主的海底火山喷发作用、原始沉积作用、区域变质作用和混合岩化作用形成了Au(Ag)、Cu元素局部富集。

本区常见与Au矿有关的围岩蚀变有黄铁矿化、褐铁矿化（地表氧化带）、绢云母化、硅化、夕卡岩化、高岭土化、碳酸盐化、重晶石化、绿泥石化、叶腊石化等。值得强调的是：与燕山期酸性—中酸性岩浆岩有成因联系的斑岩型、爆发角砾岩型、热液型、构造蚀变岩型和夕卡岩型Au矿化，绝大多数都伴有黄铁矿化、辉钼矿化和较复杂的多金属（铜、铅、锌）硫化矿物组合。大多数Au矿（点）床中都伴生有Ag矿（图2）。

除晋南铜矿峪型和胡家峪—篦子

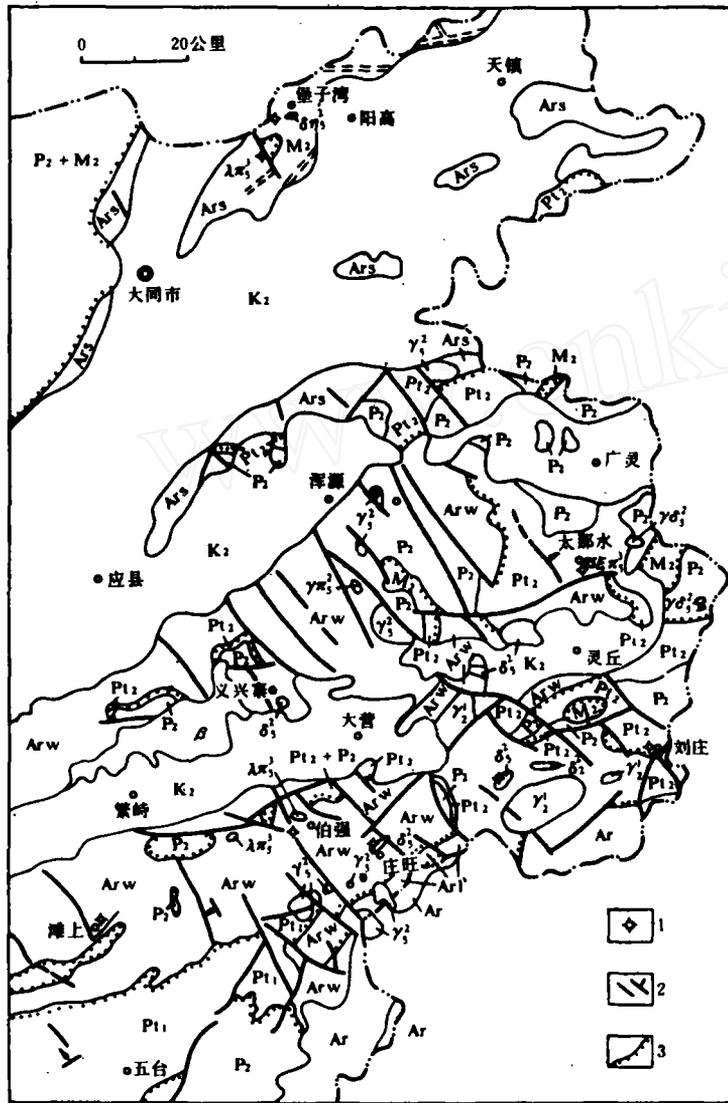


图1 晋东北地质略图

K<sub>2</sub>—新生界；M<sub>2</sub>—中生界；P<sub>2</sub>—古生界；Pt<sub>1</sub>—长城系；Pt<sub>1</sub>—滹沱系；Arw—五台群；Ar<sub>1</sub>—龙泉群；Ars—桑干群；Ar<sub>f</sub>—阜平群；β—第三系玄武岩；γ<sub>1</sub>—花岗斑岩；λ<sub>1</sub>—石英斑岩；γ<sub>2</sub>—花岗闪长斑岩；δ<sub>1</sub>—石英二长岩；γ<sub>3</sub>—花岗岩；ε<sub>1</sub>—石英正长斑岩；δ<sub>2</sub>—闪长岩；γ<sub>4</sub>—花岗闪长岩；δ<sub>3</sub>—闪长岩；γ<sub>5</sub>—花岗岩；1—次火山口爆发角砾岩；2—断裂构造；3—不整合地质界线

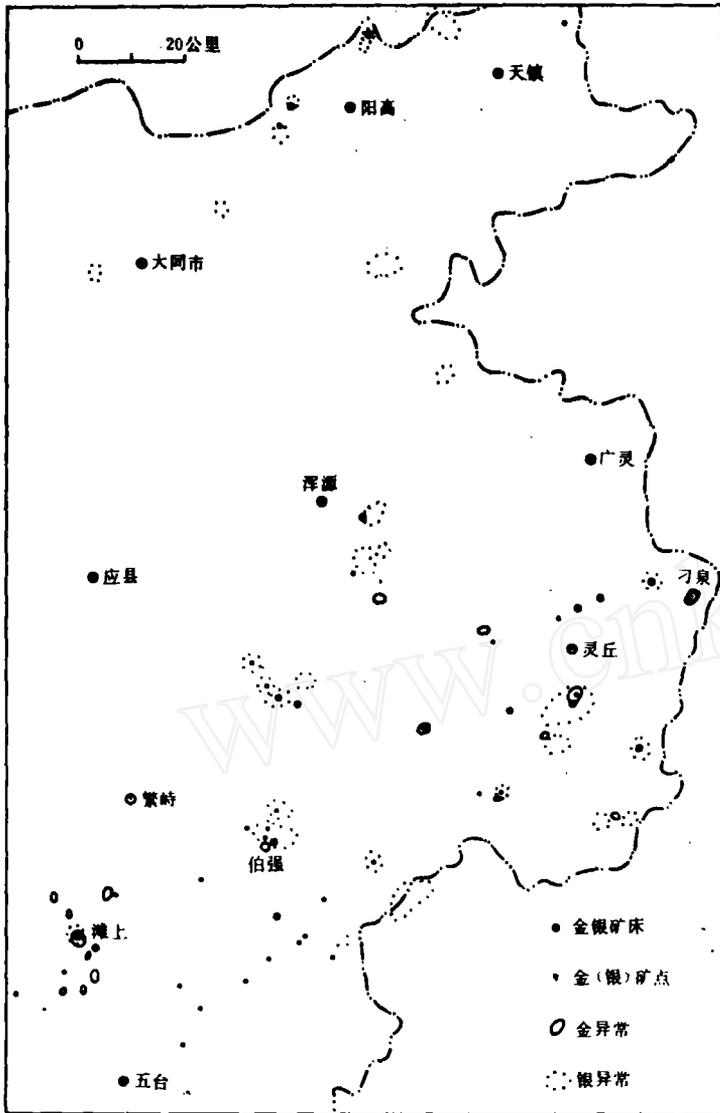


图2 晋东北金银矿点及水系沉积物(土壤)测量异常分布略图  
注: Au异常均为水系沉积物测量成果; Ag异常除大同一阳高地区为土壤测量外,其余均为水系沉积物测量成果。

3500ppm, Zn700ppm。此外,重砂测量成果有6处铜、铅、辰砂、金及铋、钼异常分布于本区中西部。

2.地化省的东北缘,是阳高一天镇Cu, Pb, Zn元素高背景带的东延部分。Ag, As仅在该区西南部出现局部异常和点异常。Pb, Zn, Co基本为背景含量(分别为15, <100, 8~10ppm),多为小片状和点异常,异常规模大多在20NAP值以下,均无浓度分带。重砂测量结果,仅在本区的西北和东南二隅各见一小的铅异常。

3.恒山和五台山处于地化省的中部和南部,是晋

沟型铜矿的伴生金矿床外,山西省其他类型已知岩金矿床的70%产在晋东北。其中成型岩金矿床14处,砂金矿床5处,岩金矿点27处,矿化点30余处。

## 地化省的某些地球化学特征

### (一) 1/20万土壤(部分为水系沉积物)测量成果

1.地球化学省的北带为中低—中高温热液型Ag, Cu, Zn, Pb, Mo, Be的高含量地球化学区;堡子湾—胡窑为Mo的高背景带;天镇—阳高是Cu, Pb, Zn的高背景带和Ag异常的主要展布区;似具有以Mo异常为中心,Mo—Cu—Zn—Pb—Ag的水平分带的特征,其中Ag, Pb, Zn, Cu异常规模较大, NAP值(规格化面金属量,等于衬度乘面积)<sup>[3]</sup>多在50~65之间,异常一般都有浓度中带或浓度内带含量;Mo, Sn, Be, Co等元素呈小片状或点状异常, NAP值多小于25,一般无异常浓度分带现象。另据山西省地质局217队化学样资料,九对沟矿点中Au, Ag常伴生出现。其中Au最高含量28.42ppm,一般为0~0.24ppm, Ag56.26ppm, Cu45700ppm, Mo20~890ppm, Pb

东北Au(Ag)地化省的精华部分。其地理范围西起应县、代县,东至晋冀省界,北起阳高县,南至五台县豆村。该部分是以中低—中高温热液型Mo, Cu, Pb, Zn, Ag, As元素为主、混杂有超基性岩型Cr, Ni, Cu元素和火山—沉积变质Cu, Zn, Co元素局部高含量地球化学区。该区地质地球化学演化历史长而复杂,物质来源十分丰富。浑源—灵丘Pb, Zn元素高背景带,灵丘老潭沟Mo, Cu元素高背景区、浑源中庄铺—青磁窑和繁峙、伯强—桥儿沟Mo元素高背景带都位于本区。主要异常轴向呈北东向,少数呈

北西向和北北东向。从异常规模来看, Ag, Pb, Zn, Cu, Mo等多数为15~30 (NAP), 少数50~150 (NAP)。部分异常可见浓度中带, 少数见浓度内带含量。As, Co元素多为小片状或点状异常, 一般无浓度分带现象。太那水、义兴寨、伯强、刘庄、滩上等中小型Au(Ag)矿床和50余处矿(化)点均位于本区。

4. 金矿(点)床四周常出现As—Ag—Pb—Zn—Cu—Mo—Co等以亲硫元素为主的组合异常。少数矿床原生晕中可见W, Bi, Cd, Sb, Se, Te等元素。Ag与Au元素的伴生关系密切, 是Au异常的有效探途元素。As, Sb, Se, Te, Pb, Zn, Cu, Mo, Bi, Co等元素可做为间接指示元素, 其中Cu元素与Au元素之间多数呈正消长关系。

5. 1/20万重砂测量结果, 该地化省内共有30处铜、铅、金、钼、铋、辰砂、金红石异常与各种化探异常重合或半重合。

#### (二) 近期1/5万水系沉积物测量成果

1. 代县滩上地区约600km<sup>2</sup>基岩出露范围内, 4ppb以上的Au元素高背景区面积60km<sup>2</sup>, 占基岩总面积的10%; 10ppb以上的Au元素异常区面积27.7km<sup>2</sup>, 占基岩总面积的4.6%。如果按上述Au异常与基岩总面积比例的半数预测, 则晋东北8000km<sup>2</sup>基岩出露区今后经过1/20万或1/5万化探重新扫面和化学光谱法测定Au元素之后, 将以准确的量值圈出一个数百平方公里的Au元素二级地球化学省<sup>[3]</sup>。

2. 部分1/5万水系沉积物测量成果和原1/20万化探成果综合统计, 互不重复的Ag异常在晋东北Au(Ag)地化省内共30处, 总面积400km<sup>2</sup>, 占基岩总面积的5%, Ag异常强度0.5~10ppm, 一般0.8~1ppm, 已经达到了二级Ag元素地球化学省的规模。

3. 从1/5万灵丘和滩上地区Au元素地化图上检视, 其背景值为2~3ppb, 异常下限为8~10ppb。单个Au异常面积0.36~7km<sup>2</sup>。面积达4~7km<sup>2</sup>的Au异常均可见到浓度内带, 面积小于4km<sup>2</sup>的Au异常一般仅见浓度中带。

4. 代县滩上地区矿致Au异常的分布主要受北西向断裂破碎带(带宽50~150米)控制。在王家会—高凡—滩上—马桥之间18km长的断裂带上见到强度10ppb以上的Au异常5处。异常总长8km, 宽0.4~3km。这种北西向断裂破碎带控制Au(Ag)异常展

布的构造地球化学规律, 在晋东北地区很有代表性。例如繁峙县义兴寨—三条岭、伯强—茶房、白砂洞—庄旺等地区都有类似特征。

另一组Au元素异常的长轴呈北东向展布, 与上太古代五台群地层构造线方向大体一致。代表性异常为代县甘霖头、油篓梁、灵丘县东驼水等。

北西向断裂构造与北东向(断裂)构造的交汇处及其附近地段, 往往是Au(Ag)矿异常形成的有利部位。

5. 根据区域化探和部分矿区化探资料综合研究结果, 地化省内Au异常的元素组合主要有以下10种:

(1) Mo—Cu—Au(Ag)—Zn—Pb—As(代县滩上、繁峙县伯强、灵丘县龙潭沟等)。

(2) Fe—Mo—Cu—Au—Pb—Zn—Ag—Sb(灵丘县刘庄、浑源县岔口等)。

(3) Be—Co—Mo—Cu—Au—Ag—Pb—Zn(繁峙县庄旺)。

(4) Mo(Bi)—Cu—Au(Ag)—Pb—Zn(Cd)—As—Sb(繁峙县耿庄)。

(5) Cu—Au—Zn—Pb—Ag—As(灵丘县刁泉)。

(6) Co—Cu—Au(代县殷家会)。

(7) Pb—Zn—Ag(Au)—As(灵丘县太白维山支角地)。

(8) Cu—Au(Ag)(代县羊蹄沟)。

(9) Co—Bi—Cu—Au—Pb—Ag(灵丘县鹿沟、黑寺等)。

(10) Fe—Au—Ag—S—Cu—Zn—As(繁峙县柏枝岩)。

(三) Au(Ag)在不同时代地层及岩浆岩中的分配特征(表1, 2)

1. 晋东北Au(Ag)地球化学省的形成具有长期性、多期性、多元性的特点。Au(Ag)元素的分配具有不均匀性的特点。太古代五台期, 元古代吕梁期, 中生代燕山期等各期构造运动, 都对Au(Ag)元素的原始沉积、迁移与活化迁移、分配与再分配产生过较大影响。漫长的地史阶段中, Au(Ag)都有各自独特的富集因素。其中太古代五台期以中基性海底火山喷发作用、沉积变质作用和变质热液作用影响较大; 元古代吕梁期以沉积作用和沉积变质作用为主; 中生代燕山期以断裂构造和中—酸性岩浆期后热液作用最

晋东北金、银矿层位

表1

地 层	岩 石 与 产 地	Au (ppm)	Au浓度 克拉克值	Ag (ppm)	已知矿化 规 模	相当的国内外 矿床类型
晚更新统	冲洪积砂砾石层 (灵丘东窑)	0.2~10*			小型矿床	沉积砂矿
中更新统	砂砾、红土层 (代县滩上)	0.32~22.4*			小型矿床	沉积砂矿
早更新统	砂砾石层 (灵丘料壩)	0.98*			小型矿床	沉积砂矿
震旦系高于庄组一、三段	白云岩及磁石条带白云岩 (繁峙、黄草、正沟)	0.07~6.8	14~1360	3~266.4	矿点	卡林型 (?)
滹沱群 四集组	变质砾岩夹变质砂岩、绢云石英片岩 (五台、代县、繁峙、灵丘)	0.01~5.12	2~1024		矿点	兰 德 型
五台群 羊蹄沟组	褐铁矿化绢云大理岩、大理岩、白云母大理岩 (代县)	0.05~0.09	10~18		矿化点	金 厂 峪 (变质热液型)
	千枚岩 (代县)	0.07	14		矿化点	金厂峪 (变质热液型)
	灰绿色含磁铁矿凝灰岩 (代县)	0.10	20		矿化点	"
	黄铁矿化绢云片岩 (代县)	0.14	28		矿化点	"
	褐铁矿化粉砂岩 (代县)	0.07~0.14	14~28		矿化点	"
	古火山岩 (?) (代县)	0.04~0.14	8~28		矿化点	"
五台群 柏枝岩组	黄铁矿化石英岩 (代县)	9.81~15.78	1962~3156		矿点	"
	磁铁石英岩 (凡峙柏枝岩)	0.017~1	3~200		矿点	霍姆斯塔克型
五台群 石咀组	二云母石英片岩 (灵丘北山)	0.14	28		矿点	"
	变质基性岩 (代县)	0.114	23		矿点	黄铁矿型 Au 矿床
	蚀变片麻岩 (繁峙茶房)	0.046~0.36	9~72	8~6.07	矿点	金厂峪 (变质热液型)
	黑云角闪片麻岩 (繁峙、灵丘)	0.092	18		矿点	"

为重要。

2. 从表2明显可见: 燕山期各类酸性—中酸性斑岩、次火山岩以富含 Au, Mo, Fe, Cu 和伴生 Pb, Zn, Ag 为特征, 元素组合往往比较复杂, 部分 Au 矿(点)床尚含 W, Bi, Sb, Te, Se, As 等元素。这种情况与我国东部地区典型斑岩 Cu, Mo, Au(Ag) 矿床相类似。

与此相反, 五台期各类基性岩、中酸性岩和石英脉中与 Au 异常有关的组合元素却少而简单, 一般仅见 Cu, 偶见少量 Pb, Zn, Ag 元素, Mo 则少见。

3. 根据表1、2和已知金(银)矿床(点)中成矿元素及主要伴生元素组合特征, 试将该地化省中 Au 的原生异常作如下分类:

(1) 同生异常: 滹沱群砂砾岩建造中的 Au; 五台群中基性海底火山喷发岩和泥质、含铁建造中的 FeS—Co—Cu—Au; 震旦系高于庄组镁质碳酸盐岩建造中的 Au(Ag)。前两种是区域性的, 后者是局部

性的。

(2) 局部后生异常: 中酸性斑岩型 Mo—Cu—Au(Ag)—Pb—Zn—As; 爆发角砾岩型 Au(Ag)—Pb—Zn—As; 构造蚀变岩型 Cu—Pb—Zn—Au(Ag)—As; 蚀变花岗闪长岩型 Mo—Cu—Au; 安山集块岩型 Pb—Zn—Ag(Au); 变质热液石英脉型 Co—Bi—Cu—Au—Ag—Pb(Zn); 含硫化物热液石英脉型 Cu—Au(Ag)。

### 金(银)矿远景区预测

(一) 尽管晋东北 Au(Ag) 地球化学省的物质来源比较丰富, 然而单一因素 (如受古北东向构造控制的矿源层、主要受经向构造带控制的燕山期酸性—中酸性岩浆岩及次火山岩等) 却难以形成具有显著经济效益的高品位的 Au, Ag 矿床。只有同时具备了北西向断裂构造与北东向、北东东向、北西西向断裂等构造交汇部位 (及其附近) 的条件, 才极可能形成成型

期次	岩 性	产 地	样品 个数	Au		Ag		元 素 组 合
				均值 (ppm)	浓度克 拉克值	均值 (ppm)	浓度克 拉克值	
燕 山 期	松脂岩	繁峙黄草	5			0.6	9	Mo-Cu-Pb-Zn-Ag-Ba-Sr
	黄铁矿化长石斑岩	"	1	0.07	14	2	29	Cu-Au-Ag-Pb-Zn-Ba-Sr
	石英正长斑岩	"	2	0.125	25	1.37	20	Mo-Cu-Au(Ag)-Pb-Zn- Ba-Sr
	石英斑岩	灵丘鹿沟—黑寺	9	0.021	4			Au
	"	阳高正白柳沟	6	0.13	26	53	757	Mo-Cu-Au-Ag-Pb-Zn
	爆发角砾岩	繁峙庄旺	6	0.74	148	3.4	48	Be-Mo-Cu-Au-Ag-Pb-Zn
	"	繁峙耿庄	68	0.91	182	13.13	188	Mo-Cu-Au(Ag)-Pb-Zn-As- -Sb-Ba-Sr
	花岗岩	"	8	0.27	54	7.41	106	Mo-Cu-Au-Ag-Pb-Zn- Ba-Sr
	花岗闪长斑岩	"	13	0.24	48	5.36	77	Mo-Cu-Au-Ag-Pb-Zn- Ba-Sr
	"	浑源岔口				2	29	Mo-Cu-Pb-Zn-Ag
	花岗闪长岩	繁峙施房沟	2			1.75	25	Cu-Zn-Ag-Ba-Sr
	辉绿岩	灵丘鹿沟—黑寺	24	0.017	3			Au
五 台 期	石英脉	灵丘恒山东段	36	0.136	27			Au
	含 Cu 石英脉	代县羊蹄沟	4	0.05	10	1	14	Cu-Au-Ag
	"	代县西泉沟	7	0.31	62	0.78	11	Cu-Au-Ag
	"	代县八塔	6	0.46	92	1.7	24	Cu-Au-Ag
	"	代县张仙堡	2	0.18	36			Cu-Au
	"	代县殿头	2	0.05	10			"
	"	代县甘霖头	2	0.05	10			"
	片麻状石英闪长岩	灵丘料堰	203	0.081	16			Au
	"	灵丘黑寺—鹿沟	65	0.016	3			"
	"	灵丘恒山东段	268	0.066	13			"
	变基性岩	"	34	0.016	3			"
	矿化辉绿岩	繁峙卒庄	2	0.06	12	2.25	32	Cu-Au-Ag-Pb-Zn
蚀变辉绿岩	繁峙义兴寨	7	0.507	101	2.18	31	Cu-Au-Ag	
"	繁峙黄草	2	0.03	6			Cu-Au-Ba-Sr	

\*单位为克/吨; Au、Ag 都是化学分析结果。

Au(Ag)矿床。因此,构造地球化学的深入研究将对晋东北 Au(Ag)矿的开发具有重要意义。

(二) 现以构造地球化学为主要依据,结合其他地质地球化学因素,提出11个 Au(Ag)矿预测区: ①六墩—堡子湾—胡窑—九对沟; ②六棱山—岔口—中庄铺; ③赵北—鹿沟; ④东驼水—支角地—老潭沟; ⑤太那水—刁泉—刘庄; ⑥三条岭—义兴寨—辛庄; ⑦茶房—伯强—黄草; ⑧金岗库—石咀—榆树沟; ⑨庄旺—白砂洞; ⑩王家会—般家会—高凡—马桥; ⑪

安头—甘霖头—羊蹄沟—八塔。

本文编写过程中,承蒙谢学锦、邵跃二位专家指教,赵善付高级工程师审阅和陈俊明、孟令山、沈亦为、杨士臣等诸位同志帮助,在此一并致谢。

参 考 文 献

[1] 陈继宇: 地质与勘探, 1983年, 第2期  
 [2] 郭文魁等: 矿床地质, 1982年, 第1卷, 第1期  
 [3] 谢学锦: 《区域化探》, 地质出版社, 1979年  
 [4] 邵 跃: 地质与勘探, 1984年, 第2期