维普资讯 http://www.cqvip.com

第14卷 第3期
1999年9月

地质找矿论丛

1999年

文章编号:1001-1412(1999)03-0050-07

阜山金矿区构造变形岩相填图与成矿流体构造物理化学特征研究

郭 涛,吕古贤

(中国地质科学院 地质力学研究所,北京 100081)

摘 要: 在构造动力成岩成矿思路的指导下,通过构造变形岩相形迹填图区分不同的岩石构造单元,并在此基础上研究不同构造带的流体特征,进行物理化学场结构与界面分析及流体参量填图,试图建立阜山金矿床成矿的构造物理化学模型。

关键词: 构造变形岩相形迹填图;物理化学分析及流体参量填图;阜山金矿床

中图分类号: P285.1;P613 **文献标识码:** A

长期研究业已证实,构造与岩石形变相变密切相关。然而构造差应力怎样在成岩成矿及变质相变过程中影响化学平衡参数尚未完全解决。本文以山东省阜山金矿床为例,在构造变形岩相形迹填图的基础上,通过研究构造作用下的物理化学参量,试图解决构造成矿的动力机制问题。

1 阜山金矿床地质特征

阜山金矿位于玲珑矿田北东部,处于滦家河型花岗岩体的外接触带,赋矿围岩主要是玲珑型花岗岩和零星分布的郭家岭花岗岩和胶东群变质岩。矿化受多组断裂控制,断裂的长期活动以及相互间复合交接是该区的主要构造特色。

2 阜山金矿床构造变形岩相形迹大比例尺填图

在1∶2000地质图基础上,作者对阜山矿区及其外围开展了构造变形岩相形迹实测填图,

收稿日期: 1999-06-21; **修订日期:** 1999-07-26

基金项目: 国家计委科技找矿项目(JG947110)和国家攀登计划流体项目专题(95-预-39,6-3)资助

第一作者简介: 郭涛(1972-),男,陕西西安人,助理研究员,硕士,矿田构造专业。

维普资讯 http://www.cqvip.com

把花岗岩似片麻理和蚀变岩构造叶理等作为主要填图对象(图 1)。

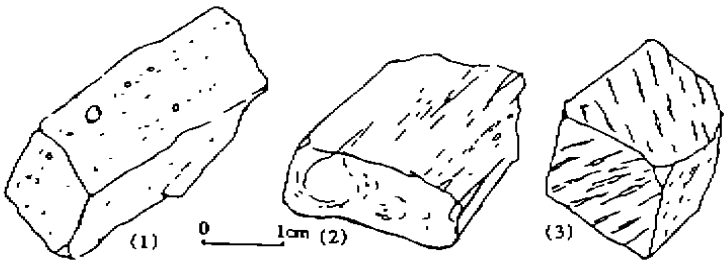


图 1　蚀变岩带构造变形岩相形迹素描图

Fig. 1　sketch map of tectono-deformation-facies features in altered zones

1. 碎裂构造岩　2. 杆状构造岩　3. 片状构造岩(蚀变岩叶理、花岗岩似片麻理和变质层纹理构造等)

研究表明(图 2),花岗岩似片麻理主要通过黑云母及大量呈塑性流动状石英表现出来,总体构造方向为 NW 300°左右,倾向倾角变化较大,与基底变质岩展布特征较为吻合。而蚀变成矿期的叶理构造,总体呈走向 NNE 10°～30°方向,倾向 SE 者为主。宏观上由主断裂面压剪构造带到下盘剪张构造带,依次出现碎裂岩带、蚀变岩叶理带向似片麻理花岗岩渐变过渡的现象,与此对应出现蚀变岩型矿化、过渡型矿化及石英脉型矿化。根据花岗岩片麻理和构造叶理发育情况,将矿床划分归属几个构造变形岩相带,它们不规则分布控制了矿化的不均一性。从图 2 中可以看出,构造变形蚀变岩相带总体呈 NNE-NE 向延伸,局部出现分支复合现象。矿区北部蚀变岩较为发育,也是主要工业矿脉的赋存地带。而玲珑黑云母花岗岩出现地区,仅发育有部分石英硫化物脉。

3　构造作用下成矿流体的物理化学状态

3.1　成矿流体温压特征

阜山金矿主要成矿阶段石英均一温度为 220～275 ℃,为中温热液;流体盐度一般为 1.3～5.5 $w(NaCl)_{eq}$%;pH 值变化范围为 6.04～8.58,Eh 为－0.69～－0.92,总体属弱碱性弱还原成矿流体;流体中 CO_2 分压大,对成矿有利。

3.2　流体成矿参量的构造物理化学变异

由于不同构造变形域带应力状态不同,因而其流体组份活度、逸度及物理化学量是各不同的。阜山金矿及其外围矿区不同构造部位流体物理化学特征如下(表 1)。

(1)扭压-剪切变形带 pH 值较小,溶液酸性较强,还原性较大,氧化还原电位偏低;而引张变形带则恰好相反。

(2)气体逸度在中高温时,在不同构造带差别不是很大,分布较均匀;而在中低温时,剪压带逸度偏低,硫逸度偏高,而扭张带氧逸度高而硫逸度低。

维普资讯 http://www.cqvip.com

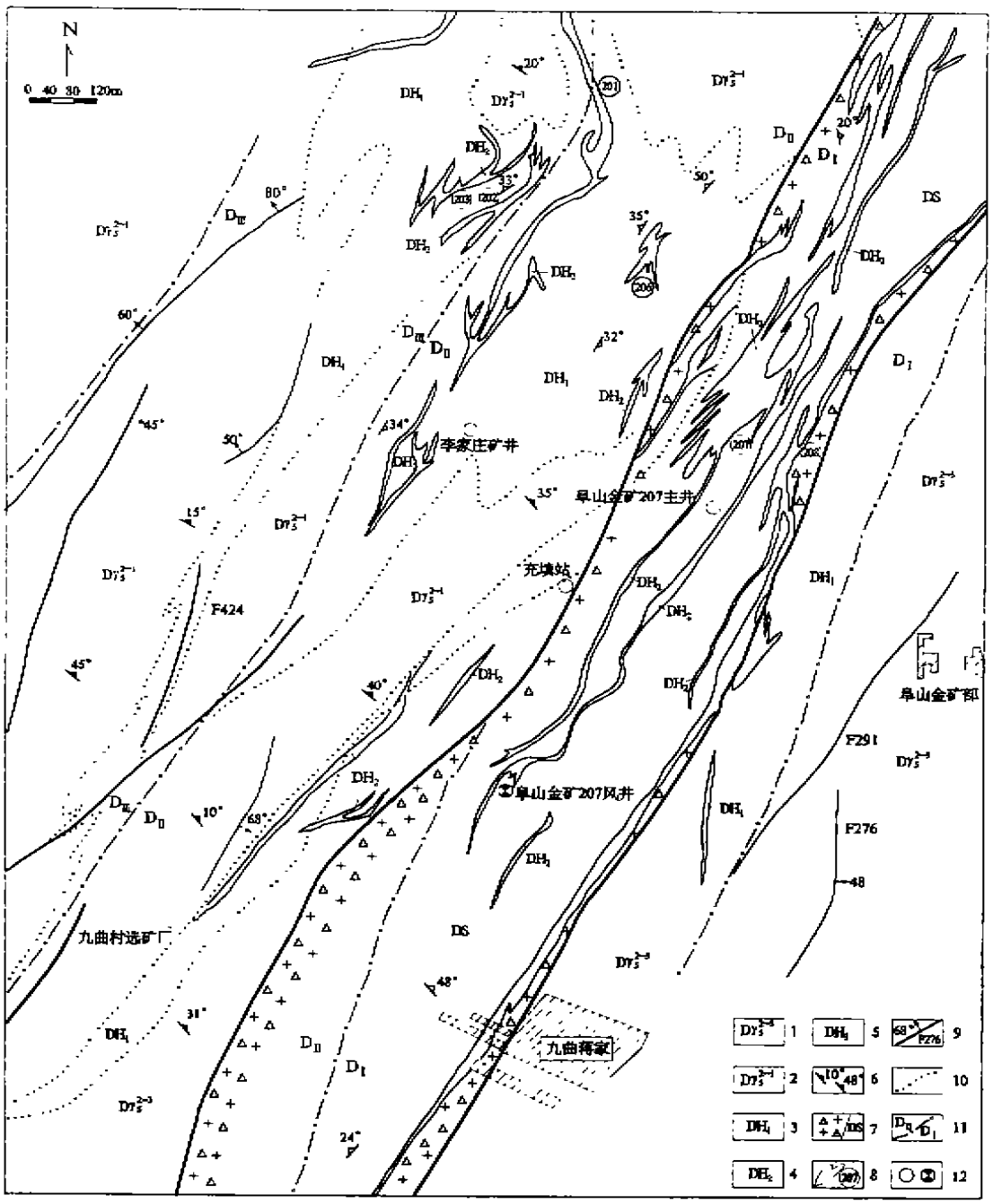


图 2 阜山金矿床构造变形岩相形迹图

Fig. 2 Geological map of tectono-deformation-facies features in Fushan gold deposit

维普资讯 http://www.cqvip.com

表 1 阜山金矿床及其外围流体组份摩尔活度及物化参数

Table. 1 Molar activity and physicochemistry parameters in Fushan gold deposit and its outskirts

参数	单位	A-1	A-2	A-1′	A-2′	B-1	B-1′	B-2	C-1	C-2
K^+	mol/L	0.305 8	0.165 7	0.054 0	0.049 9	0.391 3	0.022 6	0.025 4	0.121 2	0.005 7
Na^+		0.068 3	0.102 1	0.016 5	0.025 2	0.062 9	0.004 8	0.157 1	0.013 7	0.014 2
Ca^{2+}		0.000 1	0	0.000 2	0.000 2	0	0.000 2	0.000 4	0.000 1	0.0002
Mg^{2+}		0.000 1	0	0.000 1	0	0	0.000 1	0	0.000 1	0
CO		0.768 2	0.062 0	0.104 3	0.104 4	4.481 9	0.051 1	0.090 9	0.059 3	0.062 7
Cl^-		0.077 3	0.080 9	0.001 0	0.002 2	0.019 1	0.000 2	0.125 5	0.001 2	0.001 7
SO_4^{2-}		0.004 0	0.002 2	0.004 6	0.008 2	0	0.001 2	0.002 3	0.002 4	0.004 8
F^-		0.017 1	0.003 9	0.004 3	0.001 9	0.002 4	0.001 0	0.007 7	0.002 3	0.001 4
CO_2		3.479	1.792 0	0.872 4	1.716 3	6.110 7	0.427 3	5.189 7	1	3.100 7
CH_4		0	0	0.032 7	0.041 3	0	0	0	0	0.015 1
H_2O		210.55	574.15	2 171.43	2 299.69	30.87	8 015.5	130.46	2 187.57	2 130.9
OH^-		0.000 034	0.000 013	0.000 779	0.000 585	0.000 4	0.002 335	0.000 221	0 000 226	0.000 378
Temp	℃	230	150	330	300	255	350	195	295	150
pH		5.704 7	6.378 8	6.099 8	6.228 9	5.496 5	6.421 5	6.946 7	5.859 9	7.842 7
$E\lambda$	V	−0.162 6	−0.138 0	−0.294 1	−0.275 3	−0.185 2	−0.400 5	−0.261 3	−0.245 7	−0.245 8

注:A、B、C 依次是矿区 NNE、NE 和 NEE 剖面标记;-1 为剖面中扭压剪切破碎带绢英质蚀变岩样品编号;-2 为剖面中扭张、引张带黄铁矿石英脉样品编号;样品编号右上角有撇者为 500℃,无撇者为 250℃时分析流体成分计算数据;流体成分为实测值;温度为爆裂温度增值;其它物理化学参数依上述测算数据计算得出。

(3)从组分含量与活动变化来看,K^+,Na^+,Cl^-的含量在挤压部位偏低,在中低温条件下与引张部位的差别显著增大,F^-相反,在不同温度状态下均表现出在挤压成矿环境的流体中含量高。

分析其活度(表 2)发现,K^+和 F^-变化一致,即从挤压部位到引张部位摩尔活度提高,而 Na^+和 Cl^-的变化近于同步,都是从挤压成矿环境到引张成矿环境降低。另外,温度对 K^+和 F^-影响较大。如在中低温阶段不同构造部位之间摩尔活度的差别比中高温阶段可以提高 1 倍以上或更大。

维普资讯 http://www.cqvip.com

表2 阜山金矿区外围成矿流体组份含量与活度变化对比表

Table. 2 Contrast on ingredient contents and activity change of ore fluid in Fushan gold deposit and its outskirts

	温度/℃	包体	K^+		Na^+		F^-		Cl^-	
组份含量 (μg/10g)	250	①	66.21	↓	8.72	↓	1.80	↓	15.23	↓
		②	97.08		35.30		1.11		43.17	
	500	①	65.85	↓	11.83	↓	2.58	↓	1.15	↓
		②	77.75		23.19		1.54		3.12	
组份活度 (mol/L)	250	①	0.305 8	↑	0.068 3	↓	0.017 1	↑	0.077 3	↓
		②	0.165 7		0.102 1		0.003 9		0.080 9	
	500	①	0.054	↑	0.016 5	↓	0.004 3	↑	0.001	↓
		②	0.049 9		0.025 2		0.001 9		0.002 2	

注:①扭压部位黄铁绢英质蚀变岩矿体石英包裹体。

②扭张部位黄铁矿石英脉矿体石英包裹体,箭头方向指示增高、变大的方向。

从以上可看出,不同构造域带由于环境压力,特别是构造附加静水压力的变化,从而导致体系 t、p、pH、Eh 的改变,使得含金络合物不稳定而发生分解沉淀。

3.3 流体构造物理化学场研究性填图

在变形岩相形迹填图研究的基础上,运用流体参数进行构造物理化学场研究具有更为现实的意义,然而利用何种参数或标志也是一个值得探讨的问题。在大比例尺情况下,确定流体性质及其来源的较好办法是检测其主要组份,虽然这种方法也存在弱点。通过分析测算阜山金矿 2 km^2 内的矿化流体成分和相应物理化学参量,初步开展流体构造物理化学场研究性填图(图 3),研究表明:

(1)成矿构造应力场特征

阜山金矿成矿差应力分布与矿区变形场特征相一致(图 3A)。总体以九曲蒋家 NNE 断裂为界,高值区沿这一方向分布,位于黄铁绢英岩发育带;矿区 NW 为花岗岩带,出现应力降低带,再向 NW 又出现较高值应力分布带,即 201 矿带分布区。还可以发现 207 脉群发育在差应力稍降低区带。总体来说,在矿区内差应力最高的区段含矿性差一些。

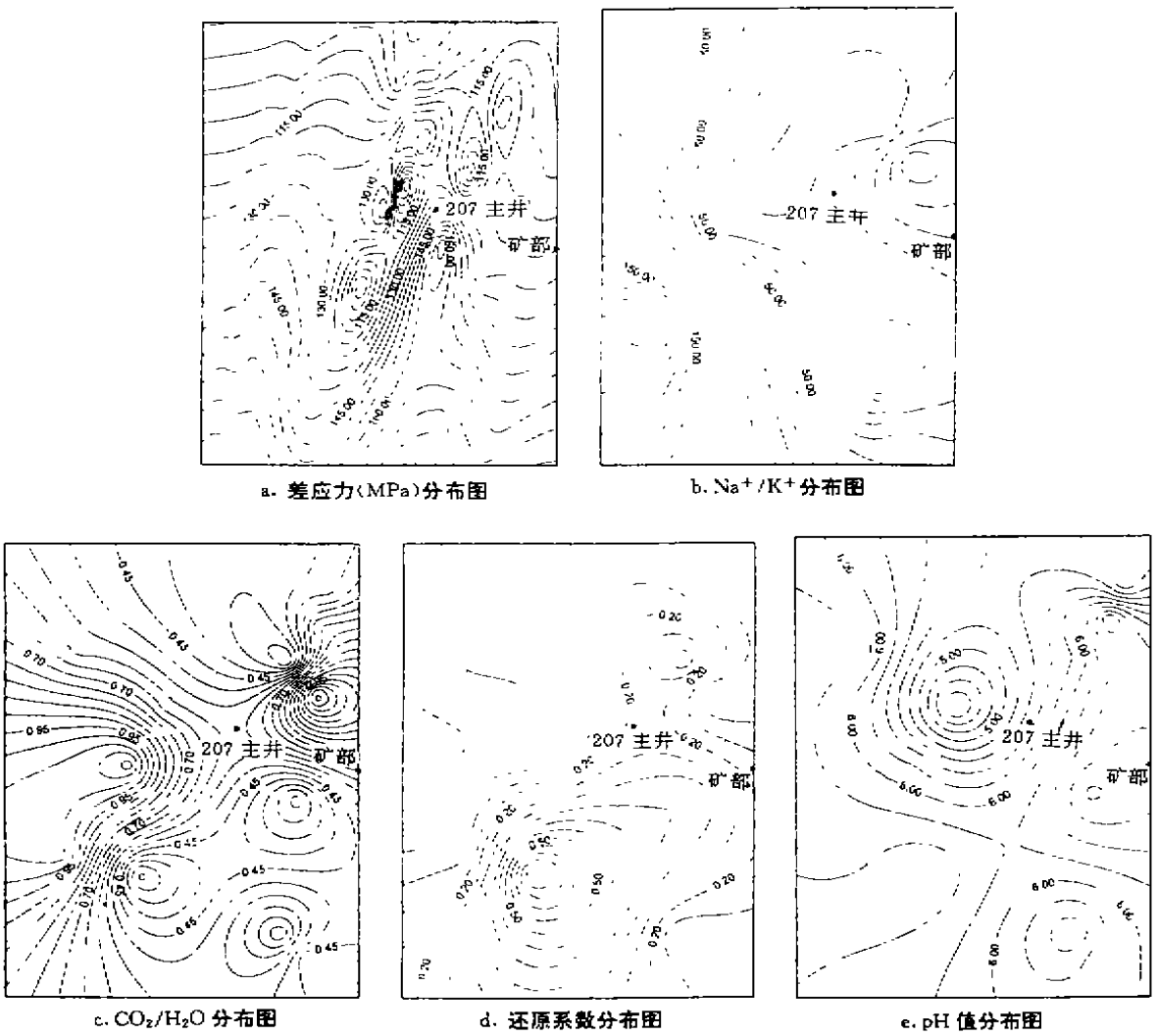
(2)流体 K^+和 Na^+的分布场情况

K^+和 Na^+的含量值分布情况有相反变化特点(图 3B)。这与前苏联学者用实验方法证实的 Na^+与金矿质的迁移关系密切而 K^+与金矿质的沉淀相关的研究结论一致。总体从西部向东部 Na^+/K^+比值逐渐降低,而在主矿体分布带 Na^+/K^+比最低。根据这一点,可以在矿区南部出现 Na^+/K^+比低值区域进一步开展预测工作。

(3)流体 CO_2 和 H_2O 的分布场特征

围岩流体中 CO_2 含量大小及其与 H_2O 的比值与金矿化有着密切关系,矿液中 CO_2 不仅控制着成矿过程的物理化学条件,而且影响着围岩蚀变及矿质沉淀。当地壳深部富含 CO_2 的流体向浅部运移时,随着温度、压力的降低,流体中的 CO_2 不断减压逸出,因而在构造薄弱地带常出现 CO_2 及 CO_2/H_2O 的低值。

根据分析(图 3C),阜山金矿区岩体附近整体上(NE 和 SW 方向)的 CO_2 及 CO_2/H_2O 含



a. 差应力(MPa)分布图　　b. Na^+/K^+分布图

c. CO_2/H_2O 分布图　　d. 还原系数分布图　　e. pH 值分布图

图 3　阜山金矿成矿流体构造物理化学参量分布图

Fig. 3　Distribution map of tectono-physicochemistry parameters of ore fluid in Fushan gold deposit

量较高,反映出一种深源的特征,恰好又为无矿化或矿化较弱地段;而在矿区中部近 SN 方向出现一 CO_2/H_2O 的低值带,与矿化富集大致重合,为流体运移的减压扩容带,矿化富集产在参量转变过渡区及偏低值区,尤其矿区南部成矿前景值得重新认识。

(4)流体 F^-,Cl^-分布场情况

实验证明,溶液中氯含量和金的溶解度呈正相关。从流体 F^-,Cl^-分布场来看,两者明显不同。似乎 F^-与 Au^{2+}在流体中呈络合物迁移的意义更大,表现在它的高值分布区与矿带延伸大体相近,成矿构造带可能是流体,特别是 Cl^-化合物的运移通道。同时矿区南部是一大片花岗岩分布地带,该带是 Cl^-的高值分布区,是否为流体源可以考虑。

维普资讯 http://www.cqvip.com

(5)流体 CH_4、CO 和还原系数的分布场状况

流体中甲烷含量分布以 NNE 向矿带为高值中心,逐步向西北部含量降低,说明逸出散发的场源与 NNE 构造活动有关,而且其逸度和 CO 逸度较一致,说明基底反"S"形构造、花岗岩的 NW—SE 片麻理起到重要影响作用。还原系数分布(图 3D)较概括地反映从强还原场区向弱还原或相对氧化场区变化的地带是有利的成矿空间。

(6)pH 值分布情况

pH 值对蚀变和成矿作用有很大影响。在成矿作用早期,流体酸性较大,硫主要呈气体状态存在,矿液中硫离子的含量相对较小,而溶液中原先呈氯络离子形式存在的成矿元素此时大多被释放出来,除了少部分与硫离子结合呈固相晶出外,大部分的成矿元素以硫或硫氢络合物的形式继续保留在流体中;随着流体温度下降以及 pH 升高,矿液中硫离子相对浓度增高,而金由于 fs_2 降低被还原为 Au^0,更多地赋存于黄铁矿裂隙、晶隙中。因此,从空间分布来看(图 3E),pH 值与金矿化密切相关,pH 值的分布与金矿体的空间位置大体一致,矿化呈北东及近南北向,多出现在中性偏碱性及酸性的过渡带,基本能包含了现有和部分预测矿床的分布空间。

4 结论

(1)成矿与物理化学条件有着密切的关系,而构造又控制及影响着物理化学条件的变化与转变。构造作用明显地与一些物理化学参量的高-低值分布区有相关关系;

(2)构造物理化学参量的空间分布反映了构造作用下流体成矿时物理化学条件的分布与变化。这种分布的不均匀性在一定程度上反映了构造的不均一性及成矿物理源的相对位置;

(3)各参量等值线的法线反映流体的运移轨迹,一般来说,运移的方向是从高值区指向低值区;

(4)构造物理化学场中参量高值区转变或过渡地带是有利于金矿成矿的构造物理化学界面带,是成矿构造物理化学预测的前提与依据。

参考文献:

[1] 杨敏之,吕古贤. 胶东绿岩带金矿地质地球化学[M]. 北京:地质出版社,1996.

[2] 贡恰罗夫 M A,等. 变形-化学共生组合与构造-变质分带[J]. 国外地质科技,1996,(31):48-53.

[3] 菲利普斯 G N. 变质流体与金[J]. 国外地质科技,1994,(6):58-62.

[4] 雷新勇,岳书文. 粤东锡多金属矿床成矿最佳物理化学条件分析[A]. 自然作用热力学与化学动力学[M]. 北京:科学技术文献出版社,1994.

[5] 张均,陈守余. 焦家金矿田的成矿构造物理化学场结构分析[J]. 地球科学,1998,23(2):20-24.

(下转第 70 页)

维普资讯 http://www.cqvip.com

GEOLOGICAL FEATURES OF HOUXI GOLD DEPOSIT AND THE PROSPECTING DIRECTION

WANG Lai-jun, MU Zhen-shan
(*Houxi Gold Mine, Zhao yuan 265402, China*)

Abstract: The paper details the features of ore-control faults, ore bodies and ore of houxi gold deposit, summerizes the enrichment regularity of mineralization and the prospecting criteria, points out prospecting direction in depth and the surrounding area. Origin of ore deposit are discussed.

Key words: gold deposit; geological feature; prospecting direction

(上接第 56 页)

MAPPING OF TECTONO-DEFORMATION-FACIES AND RESEARCH OF TECTONO-PHYSICOHEMISTRY CHARACTERISTICS OF ORE FLUID FOR FUSHAN GOLD DEPOSIT

GUO Tao, LÜ Gu-sian
(*Institute of Geomechanics, CAGS, Beijing 100081, China*)

Abstract: Directed by the thought of tectonic diagenism and mineralization, through large-scale mapping of tectono-deformation-facies, the authors distinguish tectono-lithological units reflecting petrogenesis and metallogenesis. On basis of studying on fluid characteristics of different structureal zone, the authors completed the mapping of liquid parameter distribution, and attempted to set up the tectono-physicochemistry metallogenic model of Fushan gold deposit.

Key words: mapping of tectono-deformation-facies; physicochemistry analysis and parameters; mapping of metallogenic liquid; Fushan gold deposit