

河东金矿构造物理化学场结构及其特征

张均, 陈守余

(中国地质大学, 湖北 武汉 430074)

摘要 采用成矿构造物理化学场结构分析方法, 研究了河东金矿床的成矿构造应力场结构特征和成矿物理化学场结构特征, 并对成矿构造物理化学场结构与金矿体空间定位的对应耦合关系及其找矿方向进行了初步探讨。

关键词 构造物理化学场 结构特征 河东金矿床

中图分类号 P631 P632

文献标识码 A

文章编号 1000-8918(2000)03-0161-06

矿体的形成与分布、形态与产状无一不受地、物、化诸要素的综合控制, 在矿体的形成与定位过程中, 成矿构造应力场、地球物理异常场、地球化学异常场作为彼此相关的统一整体, 控制着矿体的空间定位规律并显示出结构与信息的对应耦合关系^[1~3]。应用成矿构造物理化学场结构分析方法, 可以有效地揭示和厘定成矿系统的矿化结构、异常结构、信息结构及矿体空间定位规律, 进行信度和精度较高的找矿靶区优选和隐伏矿体定位预测。本文以胶东地区的河东金矿为例进行了这方面的初步研究。

1 矿床地质概况

河东金矿位于著名的焦家金矿田北东侧的黑云母花岗岩(玲珑型)和似斑状花岗闪长岩(郭家岭型)接触带上, 赋存于焦家主断裂下盘的河东—望儿山断裂带中, 受早期糜棱岩带和晚期脆性断裂破碎带控制, 为大型硫化物交代浸染型(焦家式)金矿床。

区内出露岩石主要为黑云母花岗岩和似斑状花岗闪长岩。胶东群变质岩系以大小不等的残留体分布于花岗质岩石中, 但似斑状花岗闪长岩中胶东群残留体少见。区内断裂构造十分发育, 主要有北东、北北东、北西以及近东西和近南北向断裂。其中北东向断裂是控制金矿床(体)产出与分布的主导构造, 北北东向断裂和北西向断裂对金矿的形成与分布也有一定的控制作用。

矿床产于构造蚀变带内, 严格受河东—望儿山断裂的控制, 其产状与断裂基本一致。蚀变带自 162 线向北东产生分支至 166 线复合, 平面上成为菱形结环。以 122 线为界, 南段走向北东 30°, 北段走向北东 40°, 均倾向北西, 倾角 30°~35°。蚀变带由上述 2 种花岗岩经过构造活动与热液蚀变作用的叠加而成。蚀变强度由断裂面向上、下盘逐渐减弱, 上盘岩性主要为绢英岩化花岗质碎裂岩或绢英岩化花岗岩, 下盘为绢英岩或黄铁绢英岩, 向下依次为绢英岩化或黄铁绢英岩化花岗闪长岩质碎裂岩, 边部为绢英岩化花岗闪长岩。金矿体即赋存于该蚀变带中。

收稿日期 1999-09-06 修回日期 2000-02-14

基金项目 国家重点基础研究发展规划项目(G1999043207-3)、国家自然科学基金(No. 49772169)和国土资源部跨世纪

万人数据
科技人才基金(9811)

2 构造应力场结构及其特征

据分析,河东—望儿山断裂带在成矿期已处于近地表浅构造层次,受区域构造活动的影响,在成矿前、成矿期和成矿后表现为不同的力学性质。对地下 25 m 中段 166 线成矿前共轭节理(被第Ⅰ阶段矿化切割)做赤平投影分析,求得 σ_1 $340^\circ \angle 4^\circ$, σ_2 $230^\circ \angle 80^\circ$, σ_3 $70^\circ \angle 90^\circ$, 表明主断裂成矿前为左行压扭性。通过测量成矿期第Ⅱ阶段含矿节理(往往充填有黄铁矿脉、黄铁石英脉以及节理绢英岩化、赤铁矿化等),求得成矿期应力场。对河东金矿 5, 25, 50 m

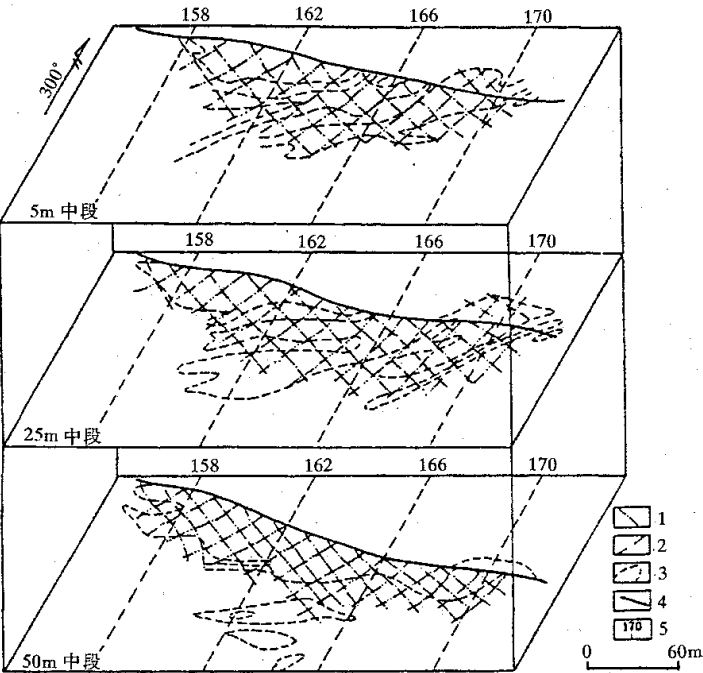


图 1 河东金矿成矿期应力轨迹联合中段

中段应力场分析结果(图 1)表明,主压应力轨迹为北东东向(同区域应力场轨迹基本一致),与主断裂呈小角度斜交。此外主断裂及其次级断裂在成矿期表现的特征,指示了控矿断裂成矿期为张性,其中成矿期主断裂为右行张扭性。成矿后断裂活动使成矿期形成的蚀变岩石、矿石等破碎。成矿后构造具一定的分带性,主断层面向外依次为灰白色断层泥、含砾断层泥、片理化带、构造透镜体、节理带等。断裂的成矿后活动还使早期灰黑色断层泥发生揉皱,呈‘Z’形,枢纽产状为 $290^\circ \angle 19^\circ$,显示了成矿后断裂为左行压扭性。此外测量成矿后节理(绿泥石化、高岭土化)求得主压应力 σ_1 的平均方向为南南西 190° ,也反映了断裂的左行压扭性特征。

矿区内矿体的赋存部位同控矿断裂面的波状起伏有关。河东—望儿山断裂平均走向北东 40° ,走向变化在北东 $25^\circ \sim 55^\circ$ 之间。矿体都赋存在断裂走向偏东部位,如河东金矿的控矿断裂平均走向为北东 53° 。此外控矿断裂沿倾向也有波状起伏,矿体赋存于断裂倾角较陡部位(图 2)。这些部位恰好是成矿期断裂右行张扭活动产生的局部引张空间。

统计分析矿化强度(品位×厚度)与主断面产状变化关系可知:①断裂面高低起伏、变化复杂处矿化强度大,往往有富矿体产出(例如 158~186 线,168~171 线);②主断面等值线拐点附近(上凸与下凹交界处)矿石量小;③矿体总体侧伏方向为南西,侧伏角为 50°~60°,与控矿断裂主断面波峰、波谷之脊线侧伏方向一致;④矿化强度高值区与低值区呈椭圆形串珠状分布,串珠连线有两个侧伏方向,SW 向侧伏的侧伏角为 50°~60°,北东向侧伏的侧伏角为 40°~50°;⑤主断面等值线的正值下凹部位和负值区上凸部位矿石品位高,矿化强度大。

3 成矿物理场结构及其特征

如前所述,河东金矿床产于河东一望儿山断裂蚀变带中,上下盘围岩分别为黑云母花岗岩和似斑状花岗闪长岩。由于含矿断裂蚀变带上盘围岩为弱磁性体,下盘围岩为磁性体,正负磁场的梯级带可有效地指示断裂蚀变带的存在(图 3),梯级带上的磁场差值大于 40 nT。尽管矿体有一定的隐伏深度,但在构造蚀变带上方仍有较强的次生金异常和壤中汞异常,极大值分别为 65×10^{-9} 和 2.25×10^{-9} 。激电异常在无矿构造蚀变带上方为低背景场,异常极大值(视极化率为 4.1%)出现在隐伏金矿体的顶部。依据成矿物理化学场的结构特征,可以利用磁场的梯级带、激电场和化学场的极值,结合控矿断裂的地质构造异常变部位大致预测隐伏金矿体的空间位置和隐伏深度,达到定位预测的效果。例如:河东金矿 160 线构造物理化学剖面(见图 3)显示金、汞异常极大值和断裂带上磁场极小值到激电异常中心的水平距离(d)为 140 m,控矿断裂面倾角为 35°,大致求出地表到矿体的垂直深度 $h = d \times \tan \alpha = 140 \text{ m} \times \tan 35^\circ = 98 \text{ m}$,实际见矿深度为 90 m;求得隐伏斜深 $h / \sin \alpha = 98 \text{ m} / \sin 35^\circ = 170.8 \text{ m}$,实际见矿斜深为 165 m。这个成功实例的预测误差比较小,在不同地质构造背景条件下,误差可能会大一些,但可以说明在本区利用成矿构造物理化学场的结构特征进行较高精度和信度的隐伏矿体定位预测是切实可行的。

万方数据

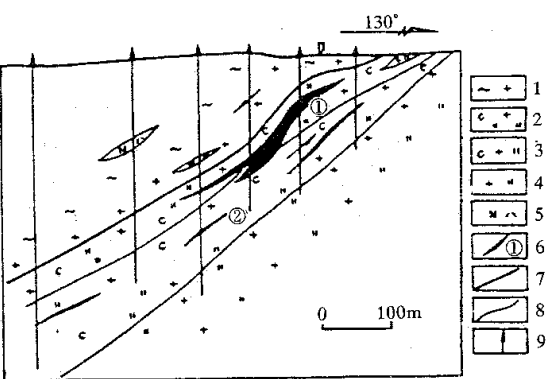


图 2 河东金矿 170 线地质剖面

1—片麻状花岗岩 2—黄铁绢英岩化花岗闪长岩 3—绢英岩化花岗闪长岩 4—花岗闪长岩 5—斜长角闪岩 6—矿体及编号 7—主断层 8—岩性界线

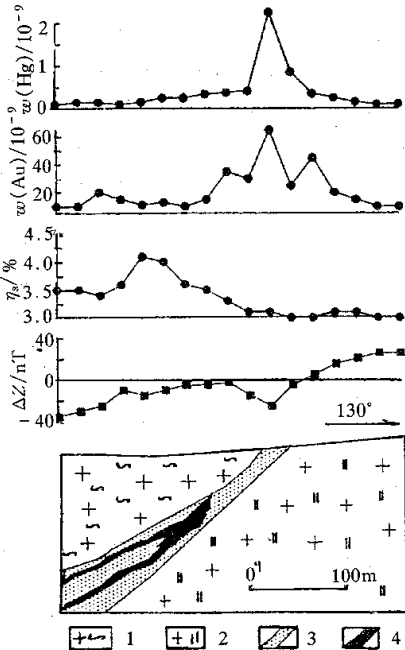


图 3 河东金矿 160 线构造物理化学剖面

1—黑云母花岗岩 2—似斑状花岗闪长岩 3—构造蚀变带 4—金矿体

据研究,河东金矿床激电异常场的平面结构特征为不规则状,长轴延伸方向与控矿断裂构造带平行,视极化率为 3.5%~4.5%,属于低缓场(图 4)。沿断裂构造带倾斜的北西方向具有多峰结构,表明主矿体旁侧有多条近平行的含金硫化物体迭加,是深部平行小矿体预测找矿的重要标志。特别注意与主断裂带平行的上盘次级含矿断裂蚀变带找矿的可能性。另外,激电异常在南西方向(154~178 线)靠近主断裂带,北东方向(178~194 线)相对远离主断裂带,依据成矿物理化学场剖面结构特征分析,向北东方向硫化物体隐伏斜深越来越大。因此,应加强北东方向的深部探矿工作。

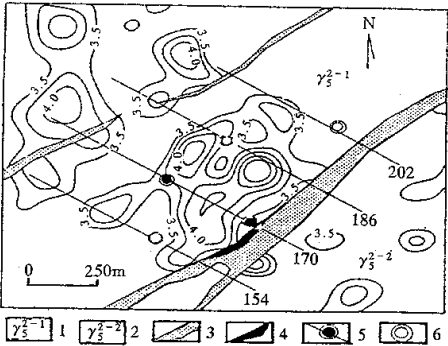


图 4 河东金矿激电异常平面结构
1—黑云母花岗岩;2—花岗闪长岩;3—蚀变带;
4—金矿体 5—勘探线及见矿钻孔 6—激电异常

4 成矿地球化学场结构及其特征

选择 Au,Ag,Pb,Zn,Cu,Cr,Ni,V,Mn,Sr,Ba,Be 等 12 种成矿元素,用 54 对数据进行相关分析(表 1)表明:Ag,Pb,Zn,Cu,Mn,Be 与 Au 呈正相关性,其中 Au 与 Cu 的相关性最好;此外 Pb—Ag,Cu—Ag,Pb—Zn,Be—Zn,Ba—Ni 分别有一定的正相关性。对同一矿脉不同截面所采样品的 19 种成矿元素进行 R 型聚类分析,可得到与相关分析特征相吻合的成矿元素组合谱系及结构。^①

表 1 河东金矿微量元素相关矩阵(n=54)

元素	Au	Ag	Pb	Zn	Cu	Cr	Ni	V	Mn	Sr	Ba	Be
Au	1.000	0.3768	0.4718	0.0854	0.6718	-0.2409	-0.0710	-0.0530	0.0645	-0.3005	-0.0830	0.2299
Ag		1.000	0.6316	0.0280	0.3020	0.1005	-0.0293	-0.2050	0.1904	-0.2082	-0.2131	0.0615
Pb			1.000	0.1835	0.3449	0.0580	-0.0713	-0.2191	0.0464	-0.3447	-0.1509	0.2894
Zn				1.000	0.4705	0.2142	-0.7170	0.2800	-0.0030	-0.1989	-0.2334	0.3546
Cu					1.000	-0.2345	0.1213	0.0870	-0.0959	-0.3304	-0.0940	0.2192
Cr						1.000	0.0413	-0.1023	-0.0006	0.0893	0.0153	-0.3731
Ni							1.000	-0.0253	-0.1659	-0.1202	0.3064	-0.0741
V								1.000	0.0027	0.1710	-0.0393	0.1015
Mn									1.000	0.0318	-0.1153	0.0714
Sr										1.000	0.2806	-0.1824
Ba											1.000	-0.1576
Be												1.000

通过对矿区 5 m,25 m,50 m 中段 181 个微量元素光谱定量分析样品数据处理,做出与 Au 相关性最好的成矿元素 Cu,Pb(相关系数分别为 0.671 8,0.471 8)的含量等值线(图 5)。从图中可以看出,主要成矿元素含量分布在矿体中有如下结构特征。

- 1. Cu,Pb 含量从主断层往外侧均有变低的趋势,显示主断层对成矿元素分布的控制作用。
- 2. Pb 含量从 5~50 m 中段有递增的趋势,反映出与矿液从下向上运移有关的元素垂向分带趋势。

① 张均,侯守余.河北金矿深部及外围找矿靶区优选及隐伏矿体定位预测.中国地质大学(武汉),1997

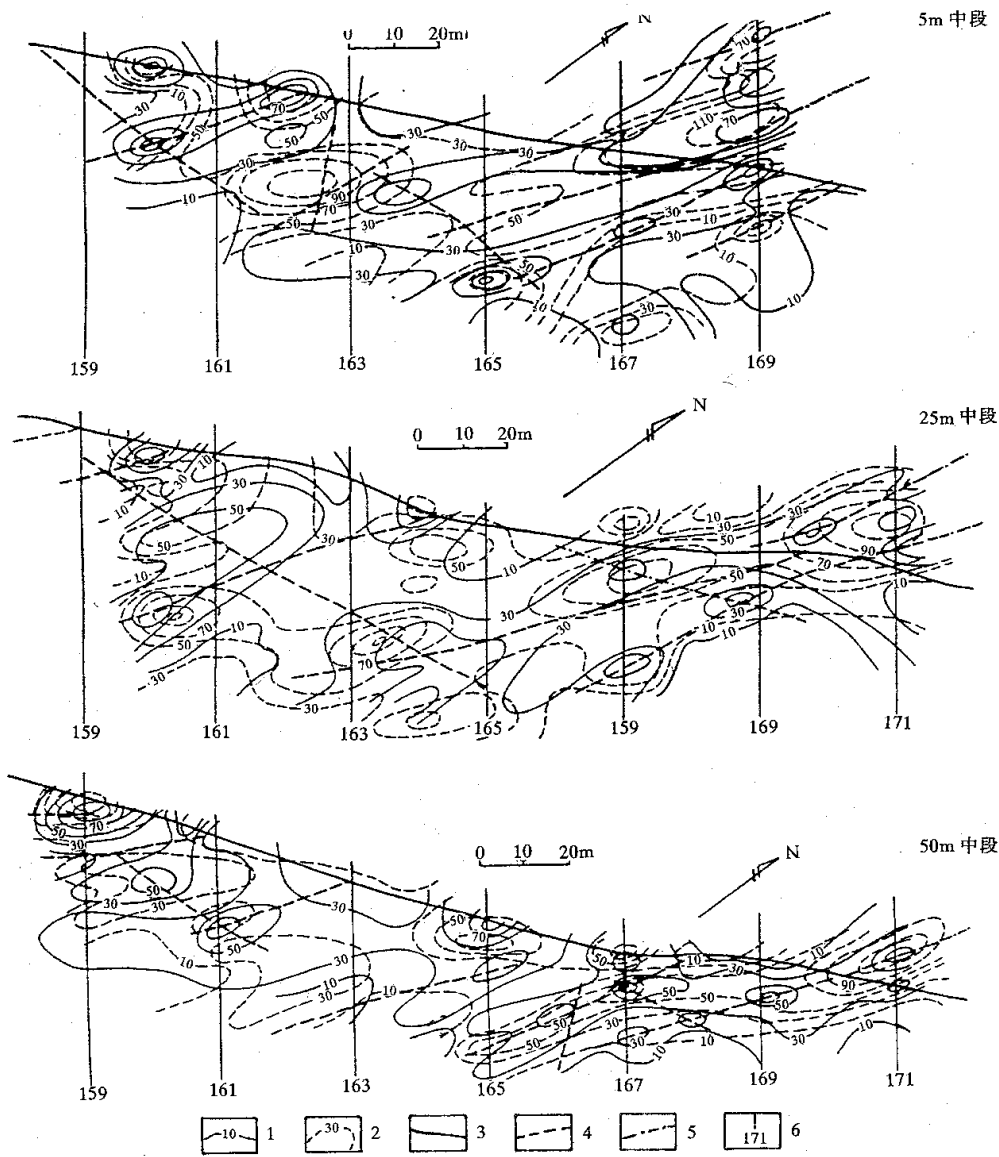


图5 河东金矿不同中段 Cu,Pb 含量等值线

1—Pb 等值线 2—Cu 等值线 3—主断层 4—一次级断层 5—推测次级断层 6—勘探线及其编号

3. 在平面上 Cu,Pb 出现高值区。等值线产生闭合,高值区总体分布呈北东向和北西向串珠状,而单个高值区的等值线长轴为北北东向,这一点在坑道北东端表现得更清楚。元素分布的这种结构特点同坑道填图查明的含矿次级断层的分布一致,即 ①元素高值区的成串分布同次级含矿断层对应 ②成矿元素的高值区往往是两组断层的交汇部位。
4. 从 w_{Pb}/w_{Zn} 比值及 Ag 含量沿河东金矿主断层的分布特点可看出, w_{Pb}/w_{Zn} 比值从下往上逐渐递增,等值线形态出现明显的多峰性,显示了局部矿液流向与矿体侧伏方向一致。Ag 含量沿主断层也有大致相同的变化趋势,且在坑道北东端出现高值区。
5. 根据成矿地球化学场结构样式(图 6)与深部钻孔所控制金矿化的对应耦合关系,可获

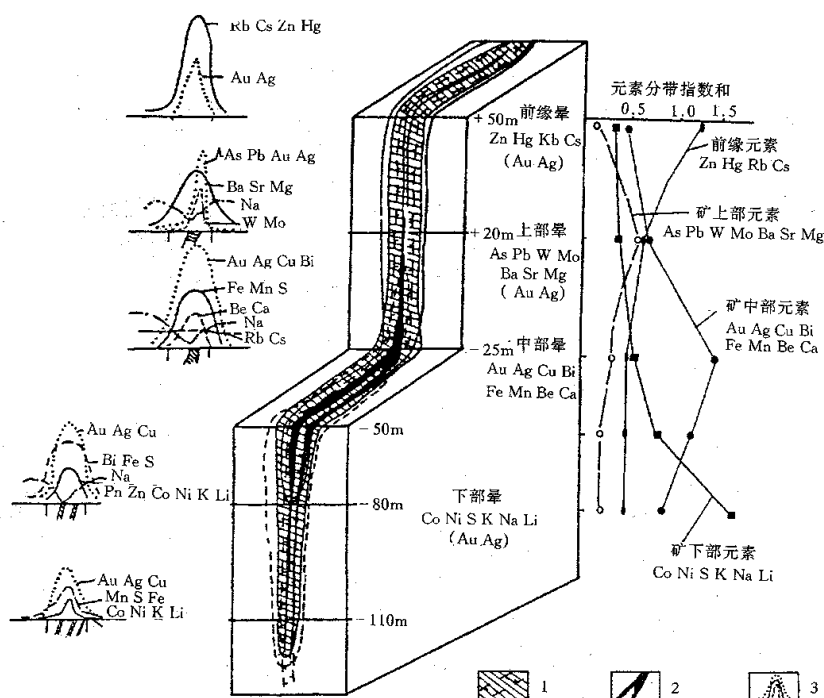


图6 河东金矿地球化学异常场结构模型

1—断裂蚀变岩带 2—金矿体 3—地球化学异常结构示意

得比金矿体出露范围大 20 余倍的矿致地球化学异常空间,从而扩大了找矿指示线索和可能成矿空间。而且依据成矿构造异常场结构、成矿物理化学异常场结构与矿体空间定位的耦合关系,可迅速缩小找矿靶区,圈定隐伏矿(化)体。另外,从金的地球化学异常场结构特征亦可看出,河东金矿的深部找矿工作应注重北东部隐伏矿的找寻,这与构造应力场、激电异常场结构所指示的找矿方向一致。上述结构特征在胶东金矿化集中区内具有一定的普遍性,并前人的相关研究认识相吻合^[4~6]。

5 结论

1. 成矿构造物理化学场是成矿物质存在的本质属性和表现形式,并呈现明显的多参数性(如构造应力、电磁性、元素含量、成矿流体及成矿环境的物理化学参数——温度、压力、浓度、逸度、酸碱度、氧化还原电位等)、结构性和矢量性。工业矿体的形成、分布与成矿构造物理化学场结构密切相关,并显示出良好的对应耦合关系。利用上述特征和关系,可以有效查明矿体的展布样式和定位规律。

2. 河东金矿成矿构造物理化学场结构控制了金矿体的空间定位规律,并显示一定的对应耦合关系。利用成矿构造物理化学场的精细结构分析,可以有效地进行隐伏矿体定位预测并获得较高精度和信度的预测成果。

3. 采用成矿构造物理化学场的结构分析原理,根据河东金矿重、磁异常场梯级结构、激电异常场和地球化学异常场极值结构、控矿构造应力场变异结构的组合分析,进行了河东金矿深部及外围的隐伏矿体定位预测,并取得了良好的找矿效果。

参考文献：

- [1] 吕古贤. 构造物理化学的研究与应用[J]. 中国地质, 1997, (10) : 45~48
- [2] 周乃武. 脉状金矿床定位成矿预测基本原理[J]. 贵金属地质, 1995, 4(3) : 208~213
- [3] 赵鹏大, 池顺都, 陈永清. 查明地质异常—成矿预测的基础[J]. 高校地质学报, 1996, 2(4) : 361~373
- [4] 许顺山, 杨农, 孙青. 山东文登金矿成矿动力学研究[J]. 矿床地质, 1997, 16(3) : 272~277
- [5] 吴虹, 袁奎荣. “三隐”预测的信息可视化提取[J]. 桂林工学院学报, 1996, 16(2) : 129~135
- [6] 邹光华, 欧阳宗圻, 李惠, 等. 中国主要类型金矿床找矿模型[M]. 北京: 地质出版社, 1996

CHARACTERISTICS OF PHYSICOCHEMICAL FIELD STRUCTURE OF METALLOTECTONICS IN THE HEDONG GOLD DEPOSIT

Zhang Jun, Chen Shouyu

(*China University of Geosciences, Wuhan 430074*)

Abstract Using the structural analytical method of physicochemical field of metallotectonics, the authors studied the structural characteristics of the metallotectonic stress field and of the ore-forming physicochemical field, and made a preliminary discussion on the corresponding-coupling relationship between the physicochemical field structure of metallotectonics and the spatial location of gold orebodies as well as its ore-prospecting significance.

Key words physicochemical field of metallotectonics, structural characteristics, Hedong gold deposit

第一作者简介 张均(1956—), 男, 教授, 博士生导师, 1978年毕业于原武汉地质学院矿产系, 其后在中国地质大学研究生院获硕士、博士学位, 现主要从事成矿学和成矿预测学的教学与科研工作。