

# 甘肃东海金矿床地球化学特征

林 森

(甘肃有色地质勘查局四队, 甘肃 张掖 734012)

**摘要:** 东海金矿床位于甘肃北山重要的 Au, Ag 多金属成矿带上, 具长期活动特征的花牛山—察客尔呼都格压扭性断裂横贯成矿带, 成矿的有利位置为大断裂及次一级断层、层间裂隙(破碎蚀变带, 局部夹有石英脉), 断裂控矿特征十分明显。原生晕以亲硫元素组合为主, 亦有亲氧元素。金矿石以硫化物型为主, 氧化物型次之, 其元素组合以成矿元素 Au, Ag, Pb, Zn 和亲硫元素 Cu, Sb, Mo 为主, 也有亲氧元素 W, Sn。具有深部断裂剪切、挤压带地球化学元素组合特征。

**关键词:** 金矿; 多金属成矿带; 原生晕; 甘肃

**中图分类号:** P618.51; P632

**文献标识码:** A **文章编号:** 1006-558X(2004)03-0056-05

东海金矿床位于甘肃省肃北县境内, 大地构造位置属阴山—天山纬向构造体系西段——天山纬向构造带东端的柳园—天仓褶断带中, 横贯南泉—东海 Au, Ag 多金属成矿带的花牛山—察客尔呼都格压扭性断裂通过矿区。该带为甘肃北山地区重要的 Au, Ag, Pb, Zn 等多金属成矿带<sup>[1]</sup>, 典型矿床有产于奥陶系中的东海、花牛山金矿床, 花牛山铅-锌-银矿床, 寒武系中的南泉银-金矿床。

## 1 矿区地质

矿区出露地层主要为上奥陶统白云山组灰岩、板岩、安山岩、英安岩、细碧岩、玄武岩、火山碎屑岩, 整体呈近 EW 向展布。岩浆活动频繁, 侵入岩体规模大小不等, 主要有分布于矿区中部的华力西中期花岗闪长岩, 华力西晚期二长花岗岩及矿区南北两侧的印支期黑云钾长花岗岩。与破碎蚀变岩型金成矿关系密切的侵入岩为花岗闪长岩和二长花岗岩, 成矿与成岩时代基本一致或略

晚, 与石英脉型金成矿关系密切的为黑云钾长花岗岩。

矿区构造主要为柳园—天仓断裂带内具有长期活动特征的花牛山—察客尔呼都格大断裂及次级断层(破碎蚀变带), 层间裂隙以及 NNW 向扭性断层(破碎蚀变带), 控制矿体的空间展布, 这些破碎蚀变带是矿(化)体的赋存部位(图1)。

成矿对岩性无明显的选择性, 矿石分破碎蚀变岩和石英脉型, 前者据氧化程度分为硫化物型(原生矿)和氧化物型(氧化矿), 氧化矿发育在现代潜水面以上, 由表生作用形成。

## 2 微量元素地球化学

矿区各岩性微量元素含量表明(表1)成矿元素为 Au, Ag, Pb, Zn, 除 Zn 在结晶灰岩中贫化外, 其余在各岩性中都有不同程度的富集。Au, Ag 在闪长岩、云煌岩脉富集程度高,  $Au > 53.02 \times 10^{-9}$ ,  $Ag > 1.877 \times 10^{-6}$ ,

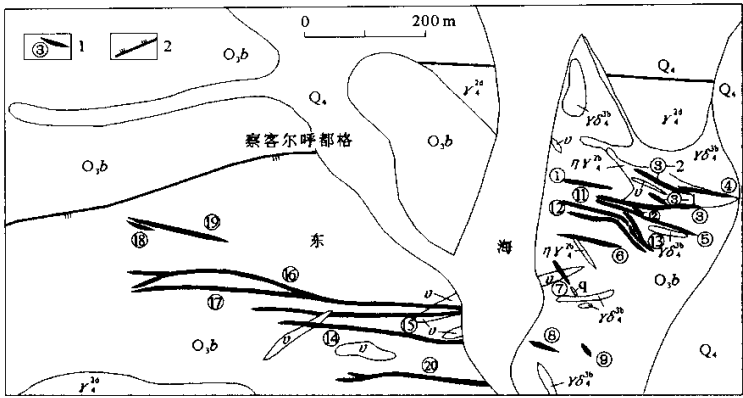


图 1 东海金矿床地质略图 (据甘肃有色地质勘查局四队, 2003)

Q<sub>4</sub>—第四系; O<sub>3b</sub>—上奥陶统白云山组板岩、安山岩、火山碎屑岩; γδ<sub>4</sub><sup>3h</sup>—花岗闪长岩; ηγ<sub>4</sub><sup>2h</sup>—似斑状花岗岩; γ<sub>4</sub><sup>2d</sup>—黑云母钾长花岗岩; υ—辉长岩; q—石英脉; 1—金矿(化)体及编号; 2—断层

表 1 各类岩石微量元素含量

w(B)/10<sup>-6</sup>

样 品	样数	Au <sup>1)</sup>	Cu	Pb	Mn	Cr	Ni	Mo	Sn	V	Ag	Ti	Zn	Co	W	Sb	Bi
安 山 岩	48	11.01	52.4	37.1	1 199	232.8	113.3	1.2	3.4	141.9	0.459	3 229	140.7	30.7	4.0	2.84	0.26
火山碎屑岩	10	7.19	13.3	68.8	471	22.0	7.8	0.7	1.5	78.5	0.097	2 836	62.5	10.1	2.3	1.86	0.09
结晶灰岩	11	23.92	3.5	44.3	302	61.8	5.1	0.4	2.0	11.3	0.202	534	34.3	2.9	1.7	1.12	0.18
泥灰质板岩	12	6.51	24.8	50.1	642	144.8	78.5	2.3	2.8	102.3	0.102	2 778	87.0	12.4	3.1	5.23	0.58
闪 长 岩	5	53.02	15.1	149.2	949	24.4	7.3	2.9	4.8	85.7	1.949	3 268	395.0	9.9	19.9	6.09	0.42
细 碧 岩	10	11.41	29.2	56.2	710	41.5	31.9	1.0	2.4	74.4	0.221	914	118.0	12.8	2.3	4.55	0.41
玄 武 岩	3	14.79	73.9	129.8	1 102	18.9	8.0	0.8	2.8	221.7	0.241	4 759	149.5	24.0	2.5	14.54	0.08
英 安 岩	8	6.74	34.5	41.6	1 746	102.6	44.2	1.0	3.0	80.4	0.496	2 231	119.3	28.8	4.8	4.31	0.67
云 煌 岩	7	77.24	31.9	100.4	958	256.0	94.6	1.8	6.1	125.1	1.877	3 607	491.6	26.0	11.5	7.62	0.51
北山地区	1 018	2.79	19.5	21.1	722	75.6	22.8	0.72	1.54	105.4	0.084	3 579	54.2	22.7	1.7	0.27	0.39

1) w(Au)/10<sup>-9</sup>; 由有色金属桂林矿产地质测试中心分析, 2003。

其余各岩性中 Au, Ag 富集程度相差不大, 这与闪长岩、云煌岩脉产于靠近矿体的部位, 本身褐铁矿化、黄铁矿化较强有关。Pb, Zn 在闪长岩、云煌岩脉及玄武岩中的富集程度较高, Pb > 100.4 × 10<sup>-6</sup>, Zn > 149.5 × 10<sup>-6</sup>。Cr, Ni, Co, V, Mn 等元素, 除闪长岩中 Cr, Ni, Co 贫化外, 在安山岩、英安岩中均富集。说明它们主要产于围岩, 少量来源于岩浆。在玄武岩中 Cr, Ni 相对贫化, 而 V, Co 则明显富集。

据 R 型聚类分析 (图 2), 在相关系数大于 0.5 水平上, 微量元素组合可分为 3

组。Fe 族: Cr, Ni, Co; 中低温: Mo, V, Sb; 成矿元素: Pb, Ag, Zn, Au 及伴生元素 Sn。其余中高温元素 Mn, W, Ti, Bi 基本与上述 3 组元素不相关。这种特征表明研究区原生晕地球化学找矿的最佳元素组合为 Au, Ag, Pb, Zn。

2.1 侵入岩

矿区侵入岩微量元素含量表明 (表 2), Au, Ag, Pb, Zn 主要富集于华力西中晚期花岗闪长岩和二长花岗岩中, Au 在二长花岗岩中高达 196.51 × 10<sup>-9</sup>, Ag 在花岗闪长岩中达 2.867 × 10<sup>-6</sup>; 在印支期黑云钾长花

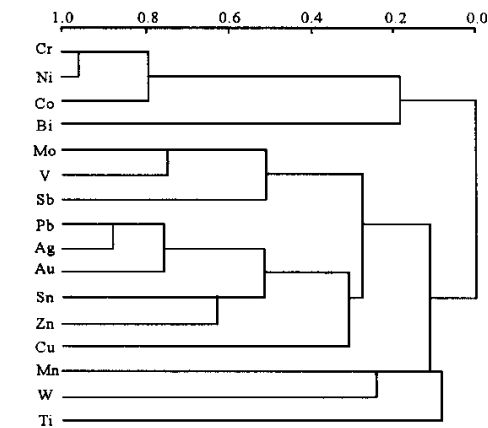


图 2 微量元素 R 型聚类分析谱系图

岗岩中这些元素也有所富集，说明矿区多期次的岩浆岩是成矿物质的来源。Cr，Ni，Co，V 在黑云钾长花岗岩中严重贫化，在二长花岗岩和花岗闪长岩中 Cr，Co，V 略有富集，Ni 则显贫化，这种特征表明其物质主要来源于围岩而非岩浆，即含 Au 石英脉和含 Au 多金属矿床中的 Cr，V 等元素大部分是从容矿岩石中继承下来，也有一些为地质作用带入或萃取<sup>[2]</sup>。

2.2 断 裂

东海金矿床断裂控矿特征明显，断裂带中普遍发育破碎蚀变带，局部有石英脉。据表 2，Cu，Zn 倾向于富集在断裂破碎带和下

表 2 侵入岩与断裂带中微量元素含量

$w(B)/10^{-6}$

	样 品	样数	Au <sup>1)</sup>	Cu	Pb	Mn	Cr	Ni	Mo	Sn	V	Ag	Ti	Zn	Co	W	Sb	Bi
侵入岩	二长花岗岩	23	196.51	29.0	266.0	1 058	41.2	11.0	3.6	6.2	79.3	2.616	3 511	365.5	10.2	18.70	11.59	0.59
	花岗闪长岩	22	74.00	42.1	264.6	1 100	36.4	14.0	1.8	6.5	91.8	2.867	4 800	606.5	11.9	12.70	11.66	0.39
	黑云钾长花岗岩	4	9.93	14.6	63.5	362	6.8	2.8	0.3	1.8	7.1	0.108	738	67.5	2.9	2.40	0.96	0.43
	北山地区花岗岩	22	0.55	18.4	26.2	507	23.6	17.0	0.44	2.7	49.1	0.073	2 684	48.6	7.8	1.73	—	0.42
断裂带	上 盘	11	252.33	31.7	268.7	1 332	92.4	66.3	4.4	3.0	97.0	2.638	2 898	390.9	18.4	24.70	15.94	0.24
	破碎带	11	862.07	36.8	689.9	1 140	69.0	33.8	9.5	5.9	154.7	2.965	3 668	454.8	13.4	42.30	16.69	0.26
	下 盘	16	301.84	40.3	169.2	1 241	148.9	51.0	3.2	4.3	144.9	2.134	4 161	457.9	22.3	28.20	8.64	0.27
	石英脉	8	256.53	89.6	671.8	1 445	39.3	30.1	3.7	1.5	60.4	2.686	1 216	194.9	6.9	8.50	11.18	0.20

1)  $w(Au)/10^{-9}$ ；由有色金属桂林矿产地质测试中心分析，2003。

盘围岩中，Pb，Ni，Mo，Sb 倾向于富集在断裂破碎带和上盘围岩中；Cr，Mn，V，Ti，Co 富集于下盘围岩中。在石英脉中，亲硫元素除 Zn，Sb 外其余均高度富集，而亲氧元素除 Mn 外均相对“亏损”，这种分配特征表明，石英脉主要与印支期黑云钾长花岗岩有关。Au，Ag，Pb，Zn 在破碎蚀变带中高度富集；石英脉中 Cu，Pb 高度富集，Au，Ag，Zn 也具有一定的富集程度，这种特征与矿区形成破碎蚀变岩型和石英脉型 2 种矿石是完全一致的。

Fe 族元素 Cr，Ni，Co，V 在破碎蚀变带和石英脉中具较强亏损特征，说明这些元素主要来源于围岩，也说明石英脉属岩浆期

后形成。显然断裂带元素组合以成矿元素 Au，Ag，Pb，Zn 和亲硫元素 Cu，Sb，Mo 为主，亦有亲氧元素 W，Sn，具有深大断裂剪切、挤压带地球化学元素组合特征，矿产以硫化物型为主。

上述元素在断裂带、石英脉及围岩中的分配特征表明，断裂可以引起岩石的物质成分重新分配。断裂附近的围岩在剪切和挤压应力的强烈作用下则发育成蚀变带，并伴随石英脉，围岩中的一些元素，特别是活动性元素，一般沿断裂分散或迁移到有利部位沉淀富集成矿。在断裂作用下，岩石的孔隙度增大，成矿流体增多，也便于流动，成矿元素在断裂破碎带或石英脉中富集成矿，是寻



找矿体或隐伏矿体的最有效的地化标志<sup>[3]</sup>。

ZK0-1 原生晕剖面图反映出深部微量元素组合特征也具有上述特点(图3)。从图3可以看出,在钻孔深度达205 m左右时,Au, Ag, Pb, Zn, Mo, Sb 各元素峰值陡增,显然与样品中方铅矿化、闪锌矿化、硅化及浸染状黄铁矿化有关,且该段岩石在构造应力作用下局部发生角砾岩化,说明硫

化物的富集显然是构造应力作用下形成的。同时,亲氧元素 W, Sn 也大致在同一位置峰值增大,说明深部断裂带元素组合为 Au, Ag, Pb, Zn, Mo, Sb, W, Sn。而 Fe 族元素 Cr, Ni, Co 峰值起伏变化较大,且在断裂带附近有所降低,到断裂带又略有增大,显然在构造应力作用下元素发生迁移,只是这些元素含量变化主要与围岩有关。

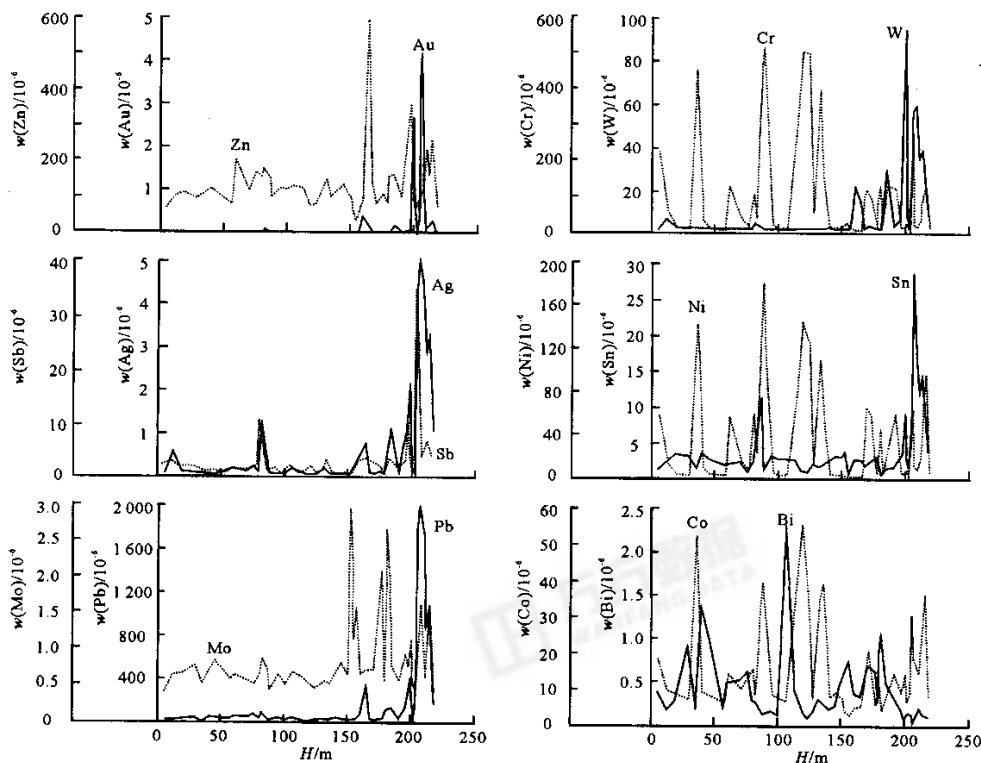


图3 东海金矿床 ZK0-1 原生晕剖面图

在构造应力作用下活动性大的元素易迁移,最易迁移的元素为挥发性组分,其次为亲硫元素,最后为亲氧元素。上述断裂破碎带与钻孔深部断裂带元素组合特征表明,矿区微量元素组合以亲硫元素为主,亦有亲氧元素,形成的矿石类型以硫化物型矿石为主,反映出深部断裂的成矿地球化学特征,

也说明矿区剥蚀程度低,具深部找矿的有利前景。

#### 参考文献：

- [1] 林森,李杰,东建星,等.甘肃南泉银金矿床地球化学异常特征及找矿标志[J].桂林工学院学报,2002,22(3):349-353.

- [2] 博伊尔 R W. 金的地球化学及金矿床 [M]. 北京: 地质出版社, 1984. 233.
- [3] 杨国清. 构造地球化学 [M]. 广西 桂林: 广西师范大学出版社, 1990. 23, 62-65.

## Geochemical features of Donghai gold deposit , Gansu

LIN Sen

( No .4 Party of Gansu Nonferrous Geological Investigation Team , Zhangye 734012 , Gansu , China )

**Abstract :** The Donghai gold deposit locates in the Au-Ag-polymetallic mineralization belt of Beishan , Gansu . The long-active Huaniushan-Co-Chakeerhuduge compressive shear fault across the mineralization belt . The favorable situation of mineralization is the major fault and its secondary fault and interlayer fracture ( fracture altered zone , partly quartz vein ) ; the character of fault controlled mineralization is obvious . The primary halo is major thiophile element assemblage , minor oxyphile element . The gold deposit type is major sulphide type the oxidized ore is in the secondly situation . The association of element is major the mineralized element ( Au , Ag , Pb and Zn ) and thiophile element ( Cu , Sb and Mo ) , Oxyphile element ( W and Sn ) can found too . The geochemical element association shows the features of deep fault shear and compression zone .

**Key words :** gold deposit ; polymetallic mineralization belt ; primary halo ; Gansu

## 《黄金地质》2005 年征订启事

《黄金地质》是由国家科技部和新闻出版署批准, 中国人民武装警察部队黄金指挥部主办的技术性刊物, 全国公开发行。国内统一刊号 CN 11-3623/TD, 国际标准刊号 ISSN 1006-558X。《黄金地质》已全文入编《中国学术期刊(光盘版)》、《中国期刊网》和《万方数据系统科技期刊群》。在第八、十届冶金科技期刊质量检查、评比中, 均荣获优秀期刊奖。

《黄金地质》辟有理论研究、地质·矿床、地球化学、勘探论坛、物探·化探、遥感、数学地质、经济地质、岩矿工作、测试分析、探矿工程、动态综述等栏目。

《黄金地质》面向从事黄金地质科研、矿产勘查工作的科技人员和地质院校的师生。热忱欢迎地矿行业、地质院校、文献信息部门的单位和个人踊跃订阅《黄金地质》, 并为《黄金地质》撰写稿件。

《黄金地质》为季刊, 每季度末出版, 每期 80 页, 约 12 万字, 每期定价 8.00 元, 全年 32.00 元 (含邮费)。订户可到邮局直接订阅 (邮发代号: 18—134), 也可向本刊编辑部函索订单订阅, 或通过“全国非邮发报刊联合征订服务部”订阅。我部常年办理零订邮购业务, 订购款一律邮汇, 请在“附言”栏写明用途及订阅数量。

地址: 北京 9902 信箱《黄金地质》编辑部; 邮政编码: 100102; 联系人: 白清; 联系电话: (010) 58685141。