

焦家、玲珑和大尹格庄金矿田地质- 地球化学找矿模式*

Geological-Geochemical Model for Ore Prospecting of Jiaojia, Linglong and Dayingezhuang Gold Fields

徐贵忠¹ 杨茂森² 周 瑞³ 余宏全⁴ 王艺芬¹

(1 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029; 2 山东省物化探勘查院, 山东 济南 250013; 3 中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院, 北京 100083; 4 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

Xu Guizhong¹, Yang Maosen², Zhou Rui³, She Hongquan⁴, Wang Yifen¹

(1 Institute of Geology and Geophysics, CAS, Beijing 100029, China; 2 Institute of Geophysical and Geochemical Prospecting, Jinan 250013, Shandong, China; 3 Exploration and Production Research Institute, China Petroleum and Chemical Corporation, Beijing 100083; 4 Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing 100037, China)

摘 要 焦家、大尹格庄和玲珑金矿田位于胶西北隆起区的核心部位。前两者属于典型的破碎蚀变岩型金矿床, 后者属于石英脉型金矿床。根据三个矿田的主要微量元素地球化学特征分析, 编制出矿田元素异常浓度分带图, 并建立了矿田地质、地球化学找矿模型。该结果可为判断金矿田展布范围和金矿床(体)的剥蚀程度以及找矿预测提供科学依据。

关键词 地球化学 微量元素 金矿田 找矿模式 焦家 玲珑 大尹格庄

本文将依据胶西北隆起区的区域地球化学背景和焦家、玲珑和大尹格庄三个金矿田地球化学特征, 并结合地质构造背景分析, 来建立胶西北隆起区两大金矿类型——破碎蚀变岩型和石英脉型金矿田的地质-地球化学找矿模型。

1 区域地质概况

焦家、玲珑和大尹格庄金矿田及其邻区地层主要由前寒武纪胶东群(上太古界)、粉子山群(中元古界)和蓬莱群(上元古界)变质岩系组成, 其次为少量中、新生代火山-沉积岩。岩浆岩主要为晚侏罗世玲珑期黑云母花岗岩(关康等, 1998)和早白垩世郭家岭期花岗闪长岩(罗镇宽等, 1997)。而本区金成矿作用与郭家岭期花岗闪长岩密切相关(徐贵忠等, 2002)。

从整个胶西北隆起区大的构造背景看, 上述 3 个金矿田是位于胶东群变质岩系组成的栖霞复背斜的核部附近。北东—北北东向断裂组成研究区主要构造格架, 控制了中生代的岩浆和成矿作用。

焦家金矿田主要受控于北东走向倾向北西的新城—焦家断裂构

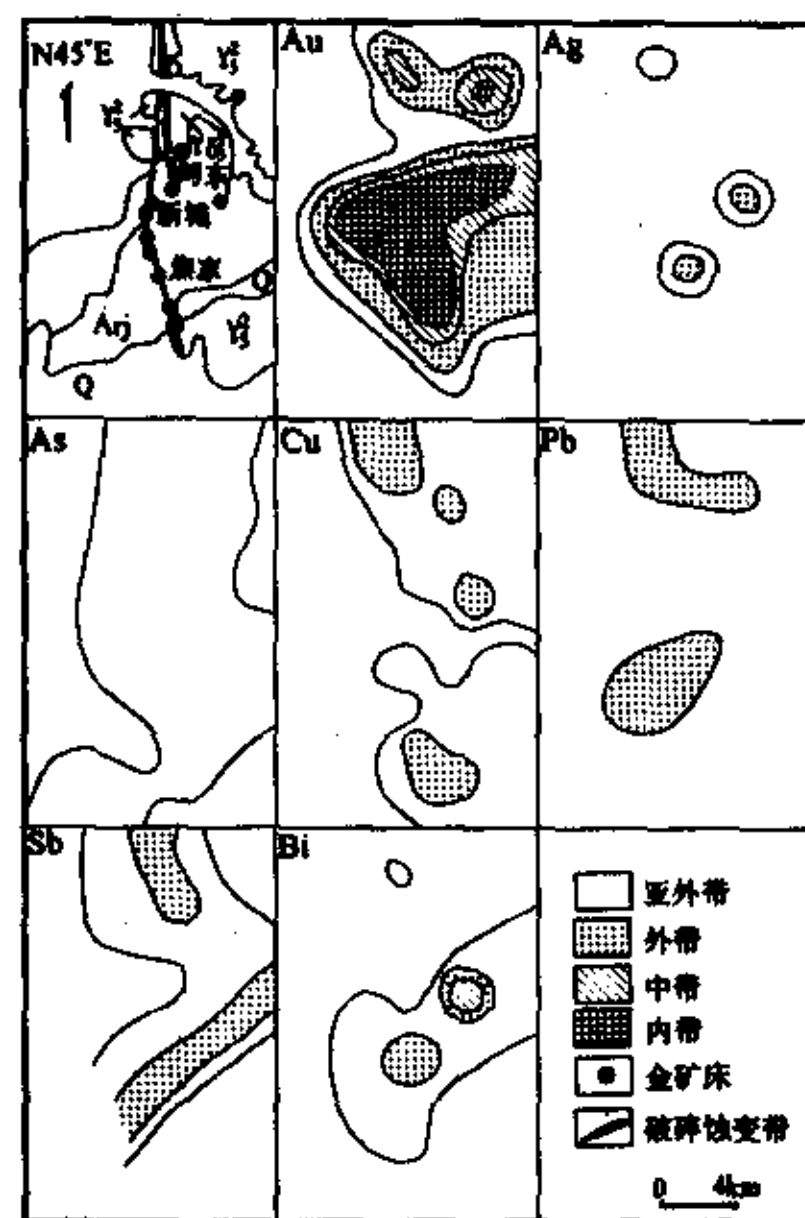


图 1 焦家金矿田元素异常浓度分带
Q—第四系; Arj—胶东群; γ_5^2 —黑云母花岗岩;
 γ_5^3 —花岗闪长岩

* 本文为国家重点基础研究项目(编号: 199904 3207)成果

第一作者简介 徐贵忠, 男, 1941 年生, 硕士, 研究员, 长期从事构造地质学与矿床地质学研究。

表 1 焦家、玲珑和大尹格庄金矿田及外围变质岩系、花岗岩分布区、水系沉积物主要微量元素含量 (w_B) 平均值

元素	变质岩			花岗岩		水系沉积物			
	胶东群	粉子山群	蓬莱群	黑云母花岗岩	花岗闪长岩	胶东群分布区	粉子山群分布区	黑云母花岗岩分布区	花岗闪长岩分布区
Au	0.90	0.79	0.87	1.50	1.20	2.00	2.20	1.80	1.90
Ag	0.04	0.06	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04
As	0.72	3.13	2.97	0.64	0.51	4.90	6.70	4.90	5.40
Cu	15.50	9.90	19.40	4.70	4.70	21.00	20.00	13.00	19.00
Pb	18.14	18.12	13.19	28.10	28.40	17.00	20.00	19.00	40.00
Sb	0.11	0.19	0.44	0.22	0.20	0.40	0.50	0.40	0.20
Bi	0.08	0.13	0.33	0.06	0.06	0.20	0.20	0.20	0.20

注: w_{Au} 单位为 10^{-9} , 其余元素为 10^{-6} ; 胶东群 130 个样品, 粉子山群 130 个样品, 蓬莱群 25 个样品, 黑云母花岗岩 16 个样品, 花岗闪长岩 28 个样品; 胶东群、粉子山群、黑云母花岗岩和花岗闪长岩分布区水系沉积物样品数分别为 40、35、30、25。由山东省物化探勘查院化学分析室测试。

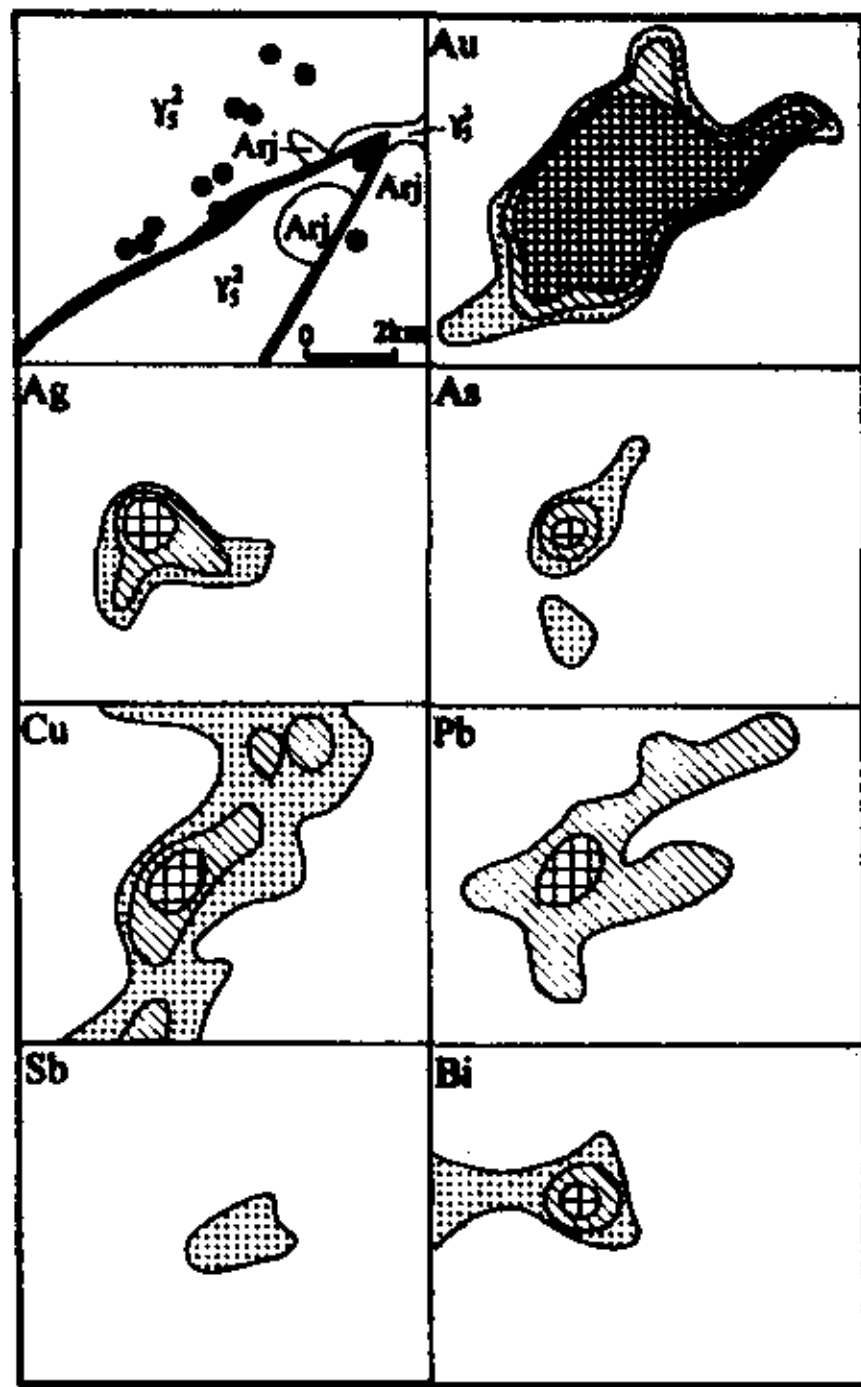


图 2 玲珑金矿田元素异常浓度分带图

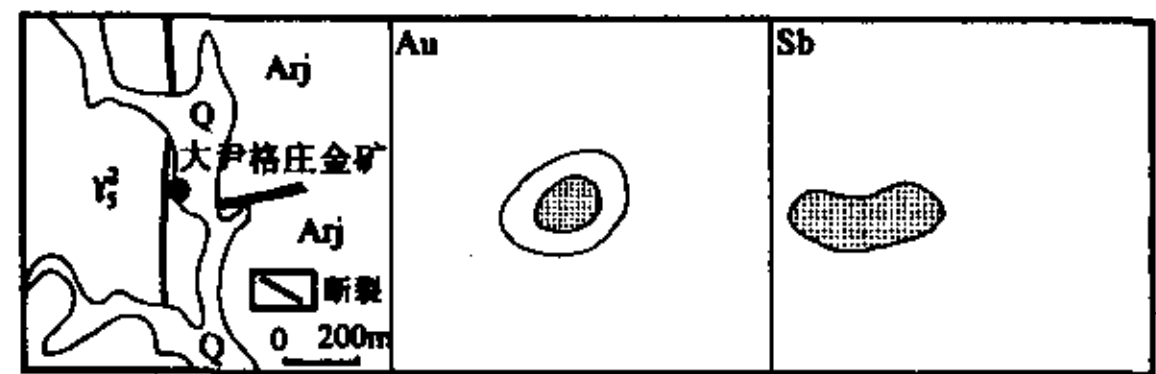


图 3 大尹格庄金矿田元素异常浓度分带

造带。这里有焦家、新城、河东等十余个大型-超大型金矿床, 属于破碎蚀变岩型金矿床 (图 1)。玲珑和大尹格庄金矿田受控于北东走向的招远—平度断裂构造带。其中玲珑金矿田发育有近 10 个大型金矿床, 主要为石英脉型金矿床 (图 2); 大尹格庄金矿田仅有一个隐伏大型破碎蚀变岩型金矿床 (图 3)。

2 岩石微量元素背景分析

分析金矿田及其近外围的前寒武纪变质岩系、燕山期花岗岩体及它们的水系沉积物中微量元素含量背景值特征, 是建立金矿田地质—地球化学找矿模式的基础。

焦家、玲珑和大尹格庄金矿田及其近外围出露的前寒武纪变质岩系的微量元素含量 (表 1) 表明, 胶东群岩石中 Au 元素的含量最高, Ag 元素含量最低, 而在粉子山群和蓬莱群中含量大致相当。Sb、Bi 元素在岩石中的含量从老到新逐渐增高; Cu 元素在胶东群中含量高于粉子山群而低于蓬莱群; Pb 元素含量在胶东群和粉子山群中大致相当, 高于蓬莱群。

玲珑期黑云母花岗岩和郭家岭期花岗闪长岩主要微量元素含量平均值 (表 1) 表明, 两者各元素含量无明显差异。说明它们的成因大体是一致的。

不同岩石分布区水系沉积物中微量元素含量 (表 1) 表明, Au 在变质岩分布区水系沉积物中的含量高于花岗岩分布区; Ag 在两者中的含量相同; As 在胶东群分布区的含量与花岗岩分布区大体相当, 仅在粉子山群分布区含量稍高些; Sb、Bi 在不同岩石分布区含量基本一致; Cu 在黑云母花岗岩分布区含量略低, 而在其他岩性分布区含量无明显差异; Pb 在花岗闪长岩分布区含量明显增高, 而在其余岩性分布区差异不显著。

3 金矿田地球化学特征

研究金矿田地球化学异常特征可为圈定找矿靶区提供可靠的评价依据。本文据上述金矿田 1:5 万水系

沉积物的地球化学异常特征，建立它们的地球化学找矿模型。表 2 给出了水系沉积物元素异常浓度分带值的划分标准。

3.1 焦家金矿田地球化学异常特征

表 2 水系沉积物微量元素异常浓度分带值

元素	亚外带	外带	中带	内带
Au	3~8	8~15	15~30	>60
Ag	0.13~0.25	0.25~0.5	0.50~1.00	>2.00
As	4~8	8~15	15~30	>60
Cu	10~20	20~40	40~80	>150
Pb	12~25	25~50	50~100	>200
Sb	0.3~0.5	0.50~1.00	1.00~2.00	>4.0
Bi	0.15~0.3	0.3~0.6	0.60~1.20	>2.40

焦家金矿田的位置；As 和 Sb 元素均以其弱异常浓度分带反映出金矿田的展布范围；其余元素分带均呈不规则的分散状态。

焦家金矿田部分金矿床矿石微量元素含量（表 3）

表明，矿石中 Au 元素含量比围岩背景值高出 1000~2000 倍，而其他元素的含量仅高出围岩背景值几倍至几十倍。成矿元素与伴生元素的这种地球化学异常特征，将对次生异常的形成会有显著的影响。矿田水系沉积物中微量元素特征参数见表 4。从元素异常浓度分带（图 1）看出，Au 元素异常浓度分带现象明显，较完整反映出

表 3 焦家、玲珑和大尹格庄金矿田中的矿石、蚀变岩和花岗岩主要微量元素含量

元素	焦家金矿田					玲珑金矿田			大尹格庄金矿田		
	新城	焦家	河东	上庄	花岗岩	4、5 矿脉	10 矿脉	53、56 矿脉	蚀变碎裂岩	蚀变花岗岩	花岗岩
Au	2262	7351	1685	1244	1.2	15550	17670	10000	22	181	1.2
Ag	3.9	7.7	2.0	1.4	0.05	8.02	11.94	29.85	1.93	1.24	0.05
As	18.3	5.0	2.9	2.0	0.56	60		145	3.8	8.0	0.6
Cu	201	155	577	428	5.0	1500	167	2200	77	70	5.0
Pb	458	538	15	15	25.2	600	1936	1430	232	414	25.0
Sb	0.85		0.45		0.11				0.33	0.26	0.11
Bi	2.45		1.27		0.05				0.65	0.77	0.05

注：样品由山东省物化探勘查院化学分析室测试

3.2 玲珑金矿田地球化学异常特征

该矿田部分矿脉的主要微量元素含量（表 3）表明，矿石中元素含量高出于围岩数百倍乃至上万倍。因此在矿田中形成元素含量高、分散范围大和元素组合较齐全的水系沉积物。

矿田水系沉积物中元素特征参数见表 4。从异常浓度分带图（图 2）可看出，Au 元素具有明显的异常浓度分带现象，且与玲珑金矿田的分布范围一致；Ag 和 As 元素浓度分带现象与 Au 元素类似，只是其展布范围较小；Cu 元素分带轮廓也基本上反映了矿田分布范围；Pb 元素异常分带轮廓范围与 Au 异常内带相吻合；Sb 元素异常仅显示小的单一的外带；Bi 元素虽有明显分带，但其分布范围小。

表 4 焦家、玲珑和大尹格庄金矿田水系沉积物中主要微量元素特征参数

参 数	焦家金矿田						玲珑金矿田						大尹格庄金矿田		
	Au	Ag	Cu	Pb	Sb	Bi	Au	Ag	As	Cu	Pb	Sb	Bi	Au	Sb
面积/km ²	78	3	26	19	36	10	107	0.03	20	102	66	12	30	2.3	5
w _B 最高值	130	0.30	26	49	0.6	0.62	2253	5.85	40	205	493	0.19	2.8	13	0.57
w _B 平均值	39	0.29	23	29	0.59	0.62	130	1.21	13	37	69	0.70	0.45	8	0.53
异常点频度/%	100	11	40	56	46	14	100	23	24	86	67	9	55	100	70
规 模	3042	858	589	551	23	6	13910	31460	260	3774	4554	8	16	18	3

注：w_{Au} 的单位为 10⁻⁹，其余元素为 10⁻⁶；由山东省物化探勘查院化学分析室测试。

3.3 大尹格庄金矿田的地球化学异常特征

因大尹格庄属隐伏金矿床，因此只分析了其蚀变岩中主要微量元素含量。从表 3 可知，蚀变岩中微量元素含量明显低于金矿石中的含量，但其 Au 是花岗岩 18~150 倍，其他元素是花岗岩 15~38 倍。该矿床地表水系沉积物中主要微量元素特征参数见表 4。图 3 表明，它仅有低的 Au 和 Sb 元素异常，金矿床位于两元素分带范围内。

4 金矿田地质-地球化学找矿模式

在上述综合分析基础上,确立的3个金矿田的地质—地球化学找矿模型(图4)表明,北东向断裂构造带控制矿田的空间展布。焦家和大尹格庄金矿田的金矿床赋存于胶东群与黑云母花岗岩接触部位的构造破碎带中;玲珑金矿田的矿床(体)主要受控于玲珑期花岗岩体内部次级断裂构造。

金矿田的剥蚀程度决定了矿田的地球化学异常特征的差异性。焦家属于具有一定剥蚀程度的半出露型金矿田,因此矿田的元素组合较为复杂(图4)。其中Au元素异常浓度分带明显,其内带范围可包括矿田中的诸矿床。同时,矿前元素异常面积比大于矿后元素面积比。其他元素异常也均以不同形式的分带形式存在。而大尹格庄则属于隐伏盲矿型金矿田,仅为Au和Sb元素组合,异常浓度分带微弱。玲珑金矿床的剥蚀程度较焦家金矿田高,主要为出露的石英脉型金矿田。其元素组合复杂,异常范围大,强度高,且多数元素异常浓度分带明显。此外,各元素面积比、规模比均较大。

确立矿田的地质—地球化学找矿模型的重要意义是,据矿田主要微量元素组合和其异常浓度分带情况可以判断矿田的展布范围和矿床(体)的剥蚀程度。同时,结合矿田的地质控矿规律性分析,可对找矿预测提供可靠依据。

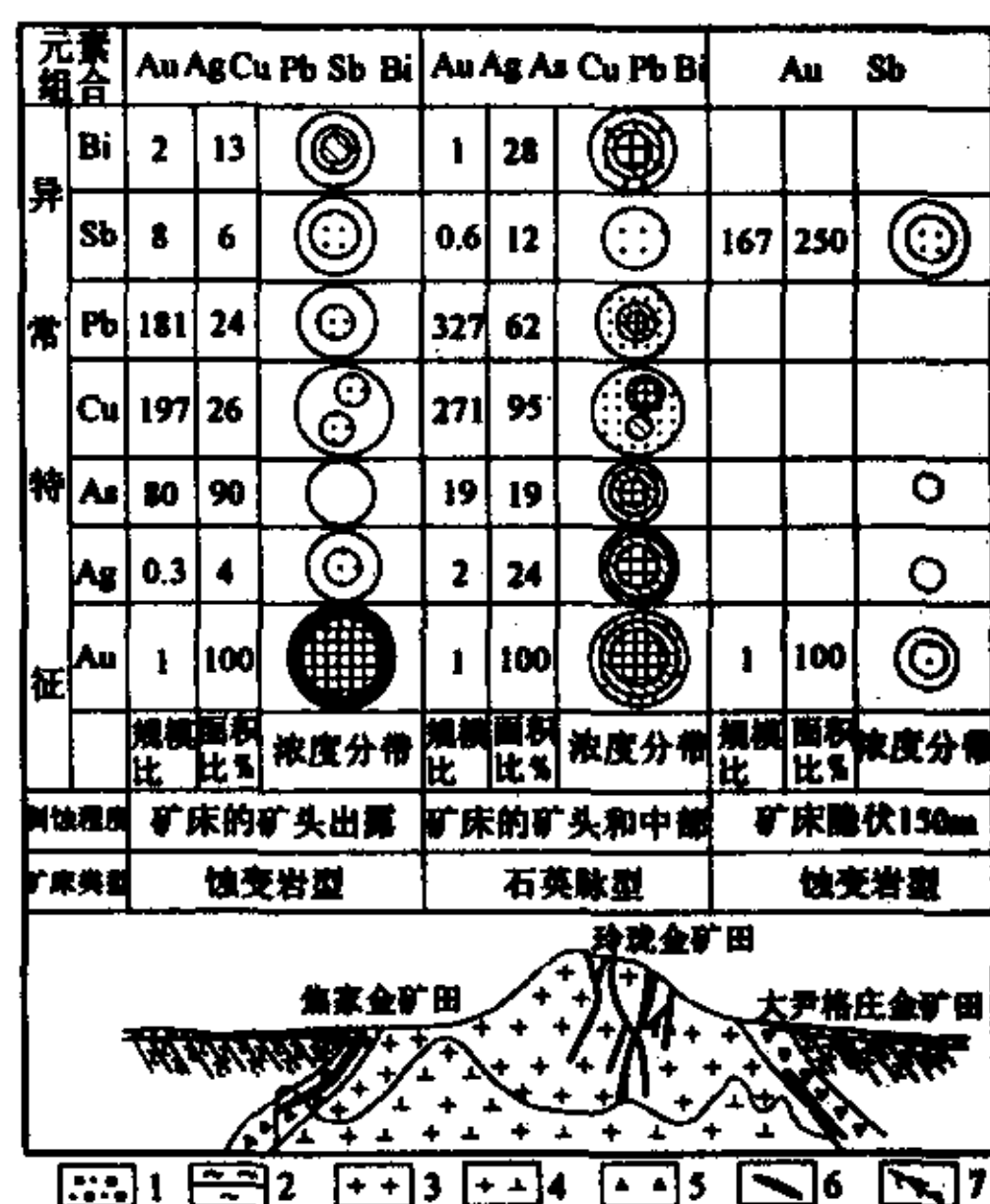


图4 矿田地质-地球化学找矿模型

1—第四系; 2—胶东群; 3—黑云母花岗岩; 4—花岗闪长岩;
5—蚀变破碎岩; 6—矿床(体); 7—石英矿脉

参考文献

- 关 康, 罗振宽, 苗来成, 等. 1998. 胶东招掖郭家岭花岗岩锆石 RHRIMP 年代学研究. 地质科学, 33(2): 318~328.
- 罗镇宽, 关 康, 苗来成, 等. 1997. 胶东招掖地区与金矿化有关花岗岩类继承锆石年龄及其意义. 地球学报, 18(增刊): 138~141.
- 徐贵忠, 周 瑞, 王艺芬, 等. 2002. 胶东和鲁西地区中生代成矿作用重大差异性的内在因素. 现代地质, 16(1): 9~18.