

文章编号: 1006-6616 (2013) 01-0063-09

胶东新城金矿元素地球化学特征

彭永明¹, 赵海¹, 郭春影^{2,3}, 王旭东¹, 夏锐^{2,3}, 田彦林⁴

(1. 山东黄金矿业股份有限公司新城金矿, 山东 莱州 261438;

2. 中国人民武装警察部队黄金地质研究所, 河北 廊坊 065000;

3. 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院, 北京 100083;

4. 中国石油华北油田公司第一采油厂地质研究所, 河北 任丘 062552)

摘要: 通过对胶东新城金矿床金品位分形分布和多元素聚类分析, 讨论多阶段成矿作用叠加信息。新城金矿 I 号矿体的金品位分形分布具有分段拟合特征, 分维值分别为 2.2948 和 0.5845, 说明存在两个阶段的叠加成矿作用。V 号矿体的金品位分形分布具有单一拟合特征, 分维值为 0.8831, 说明不存在多阶段叠加成矿作用。多元素聚类分析显示, 金元素与银及其他多金属成矿元素相关性较差, 可能是独立的成矿作用, 后期有银多金属成矿作用的叠加。金品位分形特征和多元素聚类分析得到的认识与前人通过地质研究得到的认识是一致的。

关键词: 分形分布; 聚类分析; 胶东地区

中图分类号: P611; P618.51

文献标识码: A

0 引言

新城金矿位于山东省莱州市金城镇新城村东, 是胶东地区较典型的大型构造破碎带蚀变岩型金矿床。自 20 世纪 70 年代初期以来, 矿区的地质勘探工作一直处于活跃时期。新城金矿的勘查主要分为 3 个阶段: 20 世纪 70 年代, 山东省地矿局地质六队在勘探焦家金矿时发现了新城金矿 I 号矿体, 并进行矿区地质普查和地质勘探工作, 获得储量 B + C + D 级矿石量超过 800×10^4 t, 金的金属量超过 70 t, 并伴生银、铜、硫等储量; 20 世纪 80 年代中后期, 对新城金矿 I 号矿体深部 -230 ~ -430 m 区段开展了补充地质勘探工作, 重新圈定矿体并进行了储量重新计算, 获得 I 号矿体 B + C + D 级矿石量超过 800×10^4 t, 金的金属量 60 t 左右, 金平均品位 7.17 g/t, 并伴生银金属量 80 t 左右; 在进行 I 号矿体 -230 ~ -430 m 区段补充勘探时, 初步发现 V 号矿体, 并于 20 世纪 90 年代初期进行勘探, 获得 C + D 级矿石量超过 300×10^4 t, 金属量约 20 t, 金平均品位 8.41 g/t, 伴生 10 t 左右银金属量。新城金矿的发现是胶东金矿勘查成果的重要组成部分, 本文结合矿山地质工作基础, 对新城金矿开展成矿元素的分形分布和聚类分析等统计分析工作, 进行深入的元素地球化学研究, 有助于提高对胶东金矿床整体的认识水平。

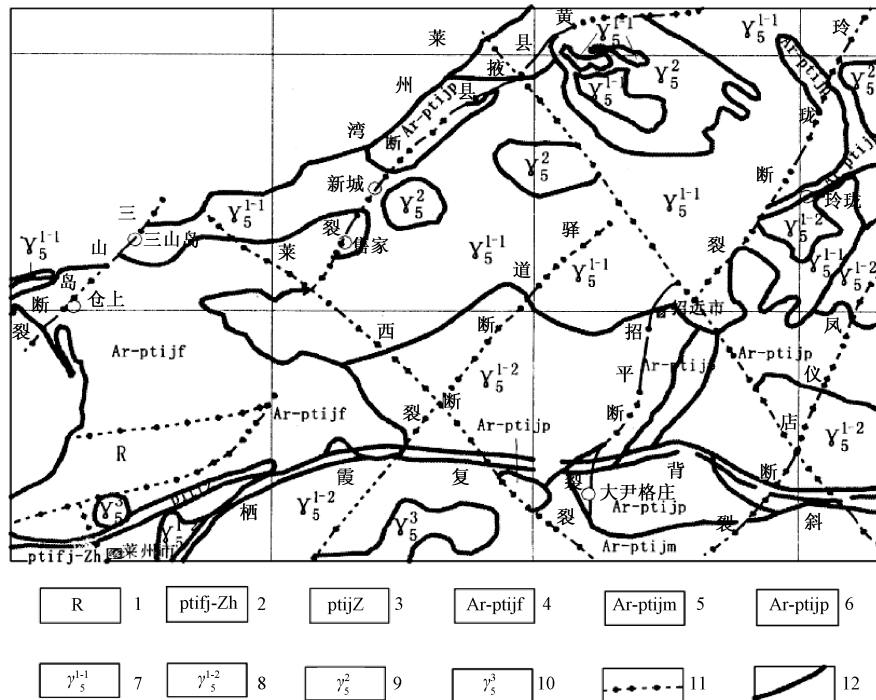
收稿日期: 2012-10-27

基金项目: 高等学校学科创新引智计划项目 (B07011); 地质过程与矿产资源国家重点实验室开放课题 (GPMR200833)

作者简介: 彭永明 (1976-), 男, 地质工程师, 主要从事矿山地质及矿山深部、外围找矿工作。E-mail: pengyongming@163.com

1 区域地质概况

新城金矿位于郯庐断裂带北段的沂沭深大断裂带的东侧，胶东隆起区的西北部，处于栖霞复背斜的北翼，黄县—掖县弧形断裂的南西段（即焦家断裂带，见图1）。区内大部分被第四系覆盖，太古宇—早元古界胶东群富阳岩组分布在矿区西南、焦家断裂带的上盘，另有部分呈残留体散布于黑云母花岗岩体中。胶东岩群与中生代的岩浆岩呈侵入接触或断层接触关系。胶东群主要为条纹条带状混合岩化斜长角闪岩，其次为黑云角闪片岩、黑云斜长片麻岩、黑云斜长片岩等。



1—古近系；2—粉子山群巨屯—张格庄组；3—粉子山群祝家夼组；4—胶东岩群富阳岩组；5—胶东岩群民山组；6—胶东岩群蓬夼组；7—玲珑型黑云母花岗岩；8—滦家河型中粗粒黑云母花岗岩；9—郭家岭型似斑状花岗闪长岩；10—花岗岩类；11—断层；12—地层或岩浆岩界线

图1 新城金矿区域地质图^[1]

Fig. 1 Regional geological map of the Xincheng gold deposit

区内的岩浆岩为侏罗纪玲珑型黑云母花岗岩和白垩纪郭家岭型花岗闪长岩。玲珑型黑云母花岗岩为花岗结构，块状构造，地壳重熔成因；郭家岭型花岗闪长岩为似斑状结构，块状构造，为壳幔混合成因^[2]。

区域构造以基底发育的近东西向栖霞复背斜为主，位于中部地区。断裂构造发育，北东、北北东向断裂尤为发育。除栖霞复背斜之外的主要构造包括走向300°—320°北西向压扭性断裂；走向18°—25°北北东向压扭性断裂；走向北东40°，倾向南东，倾角35°—48°，长11 km，宽50~200 m的三山岛断裂；走向北东60°—80°，倾向北西，倾角30°—45°，长约70 km的黄县—掖县弧形断裂，以及位于招远城北至平度的招远—平度断裂带。

2 矿床地质特征

新城金矿床的成因类型属中温热液型裂隙充填交代蚀变岩型金矿床，即焦家式破碎带蚀变岩型金矿床，简称“焦家式”金矿床。工业类型为贫硫银金矿，已基本探明大小金矿体18个，B+C+D级累计探明金金属量超过80 t，金平均品位6.80 g/t。

2.1 矿体特征

矿区储量主要集中于I号和V号矿体，分别占储量的69.61%和29.01%，其他均为小矿体。矿体集中分布于151—195线+26~ -739 m标高的焦家断裂带下盘及其低序次节理裂隙中。各矿体平行近等距右行斜列式展布。

I号矿体为矿区内最主要的矿体，地表矿体出露长120 m（177—185线之间），最宽25 m，平均走向37°，倾向北西，倾角26°—30°，局部大于35°，平均倾角29°，最大控制斜深1120 m，局部有膨胀、夹缩、分支、复合和尖灭再现等现象，平均厚度6.57 m，厚度变化系数为78%，为厚度变化中等的矿体。平均品位7.34 g/t，品位变化系数110%，不均匀。宏观上矿体形态单一，较为完整，大致呈连续的扁豆体向南西方向呈45°的倾角侧伏，总体具有一定的完整性和稳定性。

V号矿体共有V-1-1、V-1-2、V-2-1、V-2-2、V-2-3、V-3等11个盲矿体，是新城金矿床深部第二富集带（见图2）。以V-1-1为主，其次为V-2-1，其储量分别占V号矿体提交储量的61.2%和21.1%。V号各矿体分布于155—195线，-430~-739 m标高，赋存于I号矿体倾斜延深旁侧，平面上各矿体依次呈近等距状平行分布于焦家断裂带下盘外侧（见图2）。

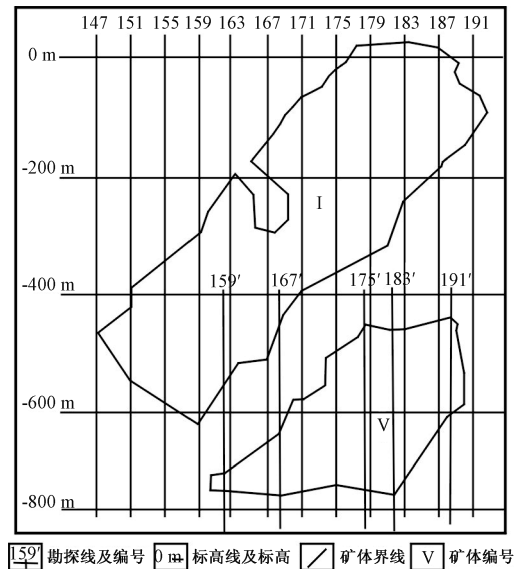


图2 矿体垂直纵投影图^[1]

Fig. 2 Vertical projection of gold ore bodies

V-1-1矿体分布于155—195线-430~-739 m标高间，主体位于-480~-635 m标高间，矿体在平面上呈S形产出，呈似层状、复杂透镜状。在171—183线，-480~-640 m

标高,矿体产状由陡变缓,矿体厚度增大,向两侧及深部具分枝变薄趋势。矿体平均走向长 327 m,上部走向长 250 ~ 280 m,工程控制最大倾斜延深 304 m,平均 192 m,平均厚 7.59 m,最大厚度 26.30 m,最小 0.85 m,厚度变化系数 73.53%。单样最高品位 295.3 g/t,平均品位 8.25 g/t。品位变化系数 237%,金品位集中于 3 ~ 40 g/t,属于厚度变化较稳定、有用组分分布不均匀的矿体。矿体走向北东 31°,倾向北西,倾角 32°。矿体向 271°方向侧伏,侧伏角 64°,侧伏延深控制长度 706 m。

V-1-2 号矿体分布于 155—163 线 -698 ~ -739 m 标高间,位于 V-1-1 外侧。矿体走向长 150 m,倾斜延深 50 m,平均厚 5.13 m,平均品位 7.78 g/t。矿体呈似层状产出。

V-2-1 号矿体分布于 167—195 线,赋存于 -493.36 ~ -709.00 m 标高。矿体平均走向长 217.5 m,最大走向长 235.0 m,位于中部。最大倾斜延深 410 m,平均 140 m。最大厚 6.14 m,最小厚 0.85 m,平均 3.62 m,厚度变化系数 78.4%。单样最高品位 136.37 g/t,平均品位 10.04 g/t,品位变化系数 184%,金品位集中在 3 ~ 40 g/t。属于厚度变化较稳定、有用组分分布很不均匀的矿体。矿体平均走向北东 28°,倾向北西,倾角 31°。矿体向 281°方向侧伏,侧伏角 76°,倾伏角 30°,侧伏延深 471 m。

2.2 矿石特征

矿石自然类型为浸染型、细脉浸染型、脉状、网脉状金矿石。矿石工业类型为贫硫银金矿石。主要矿石结构有自形晶粒状结构、半自形粒状结构、他形粒状结构、不规则他形粒状结构、乳滴状结构、填隙结构、交代残留结构及网状结构。区内矿石均为团块构造、浸染构造、细脉浸染构造、细脉、网脉构造、条带构造及角砾构造。金属硫化物主要以浸染状、团块状、脉状 3 种形式存在于矿石中,金主要呈银金矿状态赋存,以晶隙金、裂隙金和包体金方式嵌布,与黄铁矿、黄铜矿密切连生,其次为石英。银金矿粒度多在 0.005 ~ 0.070 mm 之间。

矿石物质成分比较简单,金属矿物主要包括黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、白铁矿、钛铁矿、自然金、银金矿、自然银、辉银矿;非金属矿物主要包括石英、钾长石、斜长石、绢云母、碳酸盐、高岭土和绿泥石。

2.3 围岩蚀变

区内热液蚀变类型主要为绢云母化、硅化、钾长石化、绢英岩化、黄铁矿化。

钾长石化主要为斜长石微斜长石化,少数为条纹长石化。微斜长石沿斜长石双晶面及裂隙呈脉状、网状交代,有时斜长石被钾长石交代呈孤岛状。钾长石交代斜长石形成交代蠕虫结构,在 V 号矿体地段相当普遍。钾长石化在主断面下盘十分发育。

绢云母化是最为普遍的热液蚀变,其强度与构造破碎程度有关。构造破碎发育强处,蚀变程度高,反之则弱。绢云母化主要发育于主构造产生的糜棱岩、碎裂岩带中。岩石受热液作用长石被水化分解,形成细鳞片绢云母,并伴有 SiO_2 析出,形成显微粒状石英,通称为绢英岩化。岩石中的暗色矿物角闪石、黑云母,也蚀变为绢云母。绢云母化作用是岩石受热液作用发生的钾交代与水化蚀变,与金矿化关系密切。

硅化贯穿热液活动始终,是近矿蚀变,与绢英岩化相过渡,呈脉状或网脉状沿岩石裂隙充填交代,使斜长石、钾长石呈残留体。硅化分多期,早期石英呈粒状、团粒状,集合体呈脉状或不规则团块状出现。成矿期石英呈灰白或烟灰色,呈细脉或硅质脉出现,常伴随硫化物产出。晚期常与方解石相伴产出,呈石英-方解石脉,或单独以石英细脉形式出现。

黄铁矿化可分为多期,与金矿关系密切,常与绢云母化、硅化相叠加,并常伴有多金属

硫化物产出。金矿物常沿金属硫化物裂隙、晶隙充填交代产出。黄铁矿常呈细粒自形半自形稠密浸染，如 I 号矿体；亦常沿岩石裂隙呈粗粒自形脉状、网脉状产出，如 V 号各矿体。黄铁矿化强烈的地段常形成金的富矿体。

碳酸盐化非区内主要蚀变类型，但常叠加在其他蚀变带上，为矿化晚期蚀变。常呈薄膜、细脉或团块状产出。根据矿物共生组合特征和相互穿插关系，新城金矿床的成矿阶段可以划分为 4 个阶段^[3]，从早到晚依次为黄铁矿 - 石英阶段、石英 - 黄铁矿阶段、石英 - 多金属硫化物阶段、石英 - 碳酸盐阶段。第一阶段和第四阶段矿化信息微弱，第二和第三阶段是主要的成矿阶段。

3 成矿元素地球化学特征

3.1 金元素分形分布

新城金矿开采历史较长，具有大量的钻孔、刻槽分析获得的金品位数据，这为采用分形理论研究金品位的分布特征提供了可能。根据新城金矿床的矿体特征，本文分别对 I 号矿体和 V 号矿体进行了金品位分形分布特征研究，采用品位 - 个数双对数，即 $\lg r - \lg n(r)$ 方法对其进行分维数的计算（ r 表示矿石品位， $n(r)$ 表示品位大于等于 r 的样品个数），结果如图 3、图 4 所示。

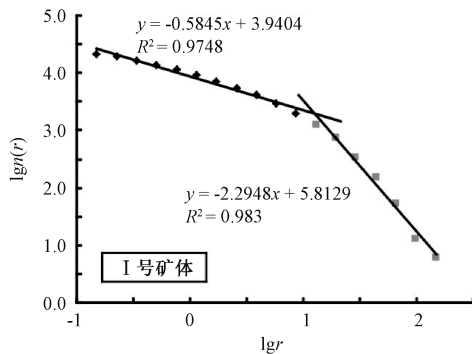


图 3 I 号矿体金品位分形分布

Fig. 3 Au grade fractal distribution of I ore body

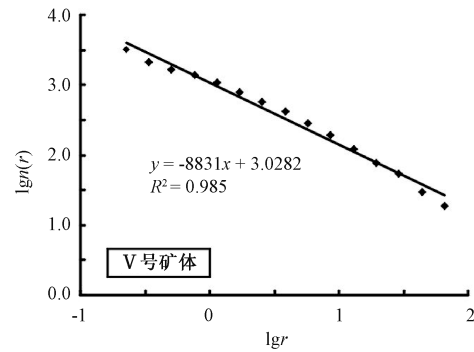


图 4 V 号矿体金品位分形分布

Fig. 4 Au grade fractal distribution of V ore body

从金品位分形分布特征看，I 号矿体的金品位数据点在 $\lg r - \lg n(r)$ 图上显示 2 个直线段分布区间，分别对其进行拟合计算，得到高品位区间的分维值为 2.2948，拟合优度为 0.9830；低品位区间的分维值为 0.5845，拟合优度为 0.9748。与 I 号矿体明显不同，V 号矿体的金品位分形分布在 $\lg r - \lg n(r)$ 图上只显示单一的直线区间，通过拟合得到的分维值为 0.8831，拟合优度为 0.985。分段拟合数据说明，数据存在不同层次的分形分布。对元素地球化学数据而言，可能反映了背景值与不同级别异常值的层次区别^[4~10]。不同的分维值可能代表元素地球化学分布具有不同的形成机制及形成期次、规模等特征。具体到新城金矿床，根据其成矿阶段的划分可知，主要的金矿化阶段是第二和第三阶段，即石英 - 黄铁矿阶段和石英 - 多金属硫化物阶段。V 号矿体地质特征显示，其矿化主要是穿插于钾长石化蚀变带中的石英 - 黄铁矿细脉构成，因此只具有第二阶段矿化的特征。I 号矿体是典型的黄铁绢英岩型矿体，其矿化包括浸染状的黄铁矿和穿插于绢英岩中的黄铁矿细脉和多金属硫化物细

脉,说明 I 号矿体存在第二和第三阶段成矿作用的叠加作用。这与 I 号矿体和 V 号矿体金品位分形分布是一致的。I 号矿体由于 2 个阶段成矿作用的叠加,其金品位 $\lg r - \lg n(r)$ 图显示 2 个直线段,得到 2 个分维值;V 号矿体只具有单一成矿阶段矿化,其金品位 $\lg r - \lg n(r)$ 图显示单一直线段,得到 1 个分维值。这说明金品位分形分布可以反映不同成矿阶段的叠加信息,并与宏观地质特征相一致。

3.2 成矿元素聚类分析

对新城金矿床 11 件黄铁绢英岩型矿石和 9 件石英脉型富矿脉分别进行多元素地球化学检测,结果见表 1。其中石英脉型矿石品位较低的样品主要是石英-多金属硫化物样品,而高品位的石英脉型矿石为石英-黄铁矿脉样品。对主要金属成矿元素进行 R 聚类,分析其具有的地质意义。

表 1 新城金矿矿石多元素分析数据

Table 1 Multi-element concentration of gold ore of the Xincheng gold deposit

编号	岩性	元素含量/ 10^{-6}													
		Au	Ag	Cu	Pb	Zn	W	Mo	Bi	Cr	Co	Ni	As	Sb	Mn
X-01	绢英岩矿石	17.98	10.92333	122.6	213.3	167.3	2.471	1.231	1.273	5.4	24.080	149.40	60.50	0.60	109.4
X-02	绢英岩矿石	0.38	7.5769	29.04	4514	9384	3.784	0.661	14.3	9.3	3.006	9.45	7.36	2.84	453.6
X-03	绢英岩矿石	0.89	1.161843	29.41	533.8	58.01	1.297	0.465	0.64	13.8	6.665	15.47	5.97	0.35	395.0
X-04	绢英岩矿石	2.22	17.05048	57.26	18680	31.65	3.436	0.288	93.6	6.1	1.287	5.26	328.00	78.00	148.1
X-05	绢英岩矿石	0.59	3.80885	13.3	514.7	21.28	1.969	2.155	6.8	7.4	2.555	12.88	16.38	0.87	404.8
X-06	绢英岩矿石	7.59	8.09505	786.2	493.9	631	3.52	0.572	6	9.2	2.475	24.88	15.20	1.19	224.4
X-07	绢英岩矿石	3.98	9.6837	82.29	664.7	24.78	1.474	0.799	9.2	8.6	8.201	11.54	36.25	0.79	244.0
X-08	绢英岩矿石	0.52	2.2952	15.93	343	91.6	1.365	1.282	3.9	5.5	2.528	9.37	26.97	0.58	392.7
X-09	绢英岩矿石	6.10	2.776425	33	790.1	33.04	5.589	0.636	5.6	40.7	4.222	20.10	24.39	0.41	940.1
X-10	绢英岩矿石	19.60	27.4255	400.7	5078	63.84	1.582	0.507	45.6	8.2	11.330	18.54	83.18	0.50	113.2
X-11	绢英岩矿石	1.44	4.6104	19.23	1448	21.95	2.384	1.256	8.30	8.1	3.392	8.73	28.54	0.48	319.1
X-12	石英脉矿石	2.44	128.7915	19.84	605	18.34	0.66	0.915	136.4	4.8	2.328	10.66	129.48	0.88	96.6
X-13	石英脉矿石	120.00	131.4965	18.61	1123	17.34	0.502	0.983	92.6	7.1	2.484	10.73	127.80	1.15	155.6
X-14	石英脉矿石	60.90	23.52783	14.09	63.05	53.08	1.504	0.97	8.70	3.6	1.984	11.02	74.61	0.62	81.9
X-15	石英脉矿石	358.60	64.6249	18.79	142.6	18.82	0.296	0.805	38.7	7.9	1.897	11.82	73.32	1.00	117.3
X-16	石英脉矿石	161.75	27.92802	19.35	56.23	20.47	2.276	0.921	17.9	8.2	2.490	17.01	45.07	0.63	84.3
X-17	石英脉矿石	2.83	10.07861	1081	727.7	551	4.365	0.752	1.426	9.1	3.173	29.30	115.49	1.66	1398.8
X-18	石英脉矿石	158.20	18.28763	35.47	254.1	20.06	1.282	1.13	66.2	4.8	9.115	10.22	50.14	0.65	86.7
X-19	石英脉矿石	170.50	24.66425	16.3	130.8	13.8	0.492	0.749	107.2	10.5	16.910	10.75	81.95	0.56	104.9
X-20	石英脉矿石	5.85	7.356543	284.7	2959	255.4	0.887	0.74	17.3	11.0	4.649	25.58	112.58	1.95	599.8

由表 1 可以看出,石英脉型矿石的金品位普遍高于蚀变岩型矿石,前者的金品位可高达几百 g/t,而后者的金品位普遍较低,大多不超过 10 g/t,甚至不足 1 g/t,只有个别样品的金品位高于 10 g/t。这说明,石英脉型矿石容易形成规模较小的高富集矿体,而蚀变岩型矿石易构成规模较大的低品位矿体。这与新城矿金矿的实际勘探结果相一致。

从聚类分析图谱(见图 5、图 6)上看,蚀变岩型矿石的多元素聚类分组与石英脉型矿石的多元素聚类分组存在一定差别。蚀变岩型矿石的聚类图谱(见图 5)显示,元素组合可以大体上分为 2 类,分别是 Au、Co、Ni、Cu、Ag、Pb、Bi、As、Sb 组合和 Zn、W、Cr、Mn、Mo 组合。前者元素组合又进一步分为 Au、Co、Ni、Cu 组合与 Ag、Pb、Bi、As、Sb 组合;后者元素组合除 Mo 单独以外,Zn、W、Cr、Mn 构成一组。石英脉型矿石的多元素聚类分析图谱(见图 6)显示,可将元素分为 Au、Cr、Co、Ag、Bi、Mo 组合和 Cu、Zn、Mn、Ni、W、Pb、Sb、As 组合。前者进一步分为 Au、Cr、Co 组合与 Ag、Bi、Mo 组合;后

者进一步分为 Cu、Zn、Mn、Ni、W 与 Pb、Sb、As 组合。

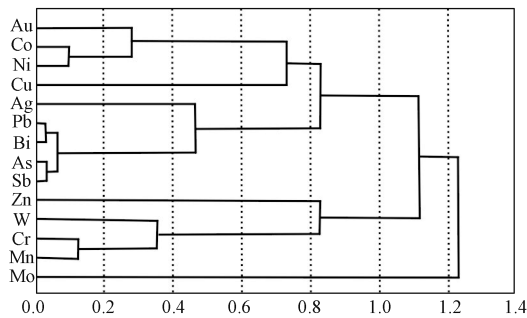


图 5 蚀变岩型矿石多元素 *R* 型聚类图谱

Fig. 5 Cluster analysis of alteration type gold ore

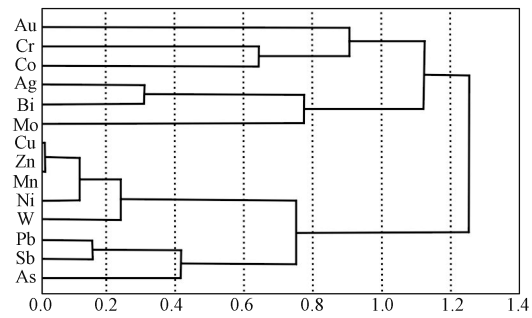


图 6 石英脉型矿石多元素 *R* 型聚类图谱

Fig. 6 Cluster analysis of quartz vein type gold ore

对比蚀变岩型矿石和石英脉型矿石的聚类分析结果，可见二者也有一定程度的相似性。二者的 Au 均与 Co 元素具有相近的特征，且均与 Ag 元素分属于不同的分组。这可能表明它们分别对应于 2 个主要的成矿阶段，即石英-黄铁矿阶段和石英-多金属硫化物阶段，说明石英-黄铁矿阶段可能主要是深部来源的金成矿为主，而石英-多金属硫化物阶段主要是银以及多金属硫化物矿化阶段。刘连登等^[1]研究认为，胶东地区存在 2 期不同地球动力学环境的成矿作用，分别是挤压-伸展转化期的中深成热液金矿和伸展期的浅成热液金矿。多元素聚类分析显示的金元素与其他多金属元素的相关性，可能也反映了不同地球动力学环境下不同成矿作用的叠加事件。

4 结论

通过金元素分形分布特征和多元素聚类分析，讨论了新城金矿 I 号矿体和 V 号矿体叠加成矿作用的差异性。金品位分形分布显示，I 号矿体具有两阶段分形分布，高品位区间的分维值为 2.2948，拟合优度为 0.9830；低品位区间的分维值为 0.5845，拟合优度为 0.9748。I 号矿体金品位数据的两阶段分形分布说明 I 号矿体存在 2 次不同成矿作用的叠加成矿作用，可能对应于第二阶段的石英-黄铁矿阶段和石英-多金属硫化物阶段的叠加。V 号矿体金品位分形分布具有单一分形特征，分维值为 0.8831，拟合优度为 0.985，可能与 V 号矿体只存在石英-黄铁矿阶段矿化作用一致。石英脉型矿石和蚀变岩型矿石的多元素聚类分析显示，金元素与其他主要的有色金属成矿元素的相关性较差，说明金与其他成矿元素是不同阶段或不同期次成矿作用的产物，可能与不同地球动力学背景下的不同特征的成矿作用有关。

参 考 文 献

- [1] 赵海, 赵可广, 马耀丽, 等. 胶东新城金矿地质构造特征及深部找矿方向 [J]. 地质力学学报, 2004, 10 (2): 129 ~ 136.
- ZHAO Hai, ZHAO Ke-guang, MA Yao-li, et al. Characteristics of geological structure of the Xincheng gold deposit, Jiaodong, and direction in gold prospecting at depth [J]. Journal of Geomechanics, 2004, 10 (2): 129 ~ 136.
- [2] 杨进辉. 胶东地区金矿床成矿时代及其成矿地球动力学背景——兼论壳幔相互作用与成岩成矿 [D]. 北京: 中

- 国科学院地质与地球物理研究所, 2000: 1~133.
- YANG Jin-hui. Age and metallogenic dynamics of gold mineralization in Jiaodong Peninsula, eastern China: Constraints on the interaction of mantle/crust and metallogenesis/lithospheric evolution [D]. Beijing: Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, 2000: 1~133.
- [3] 董敏. 新城金矿构造控矿及矿体三维定位预测 [D]. 西安: 长安大学, 2010: 1~81.
- DONG Min. Structure of ore-controlling and stereo-prediction of ore body location of Xincheng gold deposit [D]. Xi'an: Chang'an University, 2010: 1~81.
- [4] 孟宪伟, 窦明晓, 余先川. 地球化学场分解的理论与方法 [J]. 地球科学进展, 1994, 9 (6): 59~64.
- MENG Xian-wei, DOU Ming-xiao, YU Xian-chuan. Theories and methods on the dispersion of geochemical field [J]. Advance in Earth Sciences, 1994, 9 (6): 59~64.
- [5] 孟宪伟, 张晓华. 多标度分形与地球化学场分解 [J]. 地质与勘探, 1996, 32 (4): 47~49.
- MENG Xian-wei, ZHANG Xiao-hua. Multifraction and dispersion of geochemical field [J]. Geology and Prospecting, 1996, 32 (4): 47~49.
- [6] 成秋明. 多维分形理论和地球化学元素分布规律 [J]. 地球科学, 2000, 25 (3): 311~318.
- CHENG Qiu-ming. Multifractional theory and geochemical element distribution pattern [J]. Earth Science: Journal of China University of Geosciences, 2000, 25 (3): 311~318.
- [7] 成秋明. 多重分形与地质统计学方法用于勘查地球化学异常空间结构和奇异性分析 [J]. 地球科学, 2001, 26 (2): 161~166.
- CHENG Qiu-ming. Multi fractal and geostatistic methods for characterizing local structure and singularity properties of exploration geochemical anomalies [J]. Earth Science: Journal of China University of Geosciences, 2001, 26 (2): 161~166.
- [8] 申维. 分形混沌与矿产预测 [M]. 北京: 地质出版社, 2002: 1~18.
- SHEN Wei. Fractal and chaos with application in mineral resource prediction [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2002: 1~18.
- [9] 施俊法, 向运川, 王春宁. 区域地球化学异常空间分形结构及其意义——以浙江省诸暨地区区域地球化学数据为例 [J]. 矿物学报, 2000, 20 (1): 68~72.
- SHI Jun-fa, XIANG Yun-chuan, WANG Chun-ning. Fractal spatial structure of regional geochemical anomalies and its implication evidence from regional geochemical data in Zhuji, Zhejiang Province [J]. Acta Mineralogica Sinica, 2000, 20 (1): 68~72.
- [10] 施俊法. 浙江省诸暨地区元素地球化学分布与标度律 [J]. 地球科学: 中国地质大学学报, 2001, 26 (2): 167~171.
- SHI Jun-fa. Element geochemical distribution from Zhuji area, Zhejiang Province and scaling laws [J]. Earth Science: Journal of China University of Geosciences, 2001, 26 (2): 167~171.
- [11] 刘连登, 陈国华, 张辉煌, 等. 世界级胶东金矿集中区两类成矿地球动力学环境 [J]. 矿床地质, 2002, 21 (增刊): 36~39.
- LIU Lian-deng, CHEN Guo-hua, ZHANG Hui-huang, et al. Two geodynamic settings for mineralization in Jiaodong gold metallogenic region [J]. Mineral Deposits, 2002, 21 (Supp.): 36~39.

GECHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE ELEMENTS IN XINCHENG GOLD DEPOSIT, JIAODONG PENINSULA

PENG Yong-ming¹, ZHAO Hai¹, GUO Chun-ying^{2,3},

WANG Xu-dong¹, XIA Rui^{2,3}, TIAN Yan-lin⁴

(1. *Xincheng Gold Deposit, Shandong Gold Mining Co., Ltd., Laizhou 261438, China;*

2. *Gold Geological Institute of China Armed Police Force, Langfang 065000, China;*

3. *School of Earth Science and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;*

4. *Geological Research Institute, The First Production Plant, PetroChina Huabei Oilfield Company, Renqiu 062552, China)*

Abstract: We made Au grade fractal distribution and multi-element cluster analysis to the I and V gold ore bodies of the Xincheng gold deposit, and discussed their implication on superimposed mineralization. The Au grade of the I ore body show multi-fractal distribution with fractal values at 2.2948 and 0.5845 which imply two stage superimposed mineralization. The Au grade of the V ore body show single-fractal distribution with fractal value at 0.8831 which implies no superimposed mineralization. The multi-element cluster analysis shows that the Au has no obvious relation to other base metal elements, which indicate that the Au would be an independent mineralization event added by later Ag and other base metal mineralization. The Au grade fractal distribution and multi-element cluster analysis are all agree with previous studies on geological characters.

Key words: fractal distribution; cluster analysis; Jiaodong area