

# 鲁东金矿成矿规律及新的找矿方向\*

刘玉强

(山东省地质矿产厅)

**提要** 通过分析鲁东地区金矿成矿地质条件和区域地球物理场、区域地球化学场特征,并与典型金矿床地质特征进行类比,初步认为胶北隆起的破碎带蚀变岩型(焦家式)和石英脉型(玲珑式)金矿,以及近年来在胶莱盆地周缘找到的蓬家芥金矿床(产在盆缘控制性断裂带中)和发云芥金矿床(产在早白垩世莱阳群砾岩中),是在早白垩世同一个区域构造应力场下形成的,属同源、同期成矿作用的产物,为同一成矿系列的金矿床组合。胶莱盆地周缘具有源、层、热、裂、晕相统一的成矿地质条件和矿化信息,是今后寻找蓬家芥式和发云芥式金矿的远景地区。

**关键词** 金矿 矿区地质 成矿预测 鲁东地区 山东省

胶东是我国最重要的黄金生产基地,50~60年代以寻找石英脉型(玲珑式)金矿为主,60年代末至80年代随着破碎带蚀变岩型(焦家式)金矿的发现,先后在胶北隆起的招莱、牟乳两个地区找到了几十个大型金矿床,它们集中分布在三山岛-苍上、龙口-莱州、招远-平度、西林-陡崖、牟平-乳山五条断裂带上(图1)。近年来,山东地质工作者认为胶莱盆地北侧盆缘断裂是找金有利地带,并于1996年提交了蓬家芥中型金矿和郭城土堆小型金矿,接着又发现早白垩世莱阳群砾岩中也有金矿化,并探明了发云芥中型金矿床。通过分析发现,有利的成矿地质条件不仅分布在胶北隆起区,而且也分布在胶莱盆地周边及其胶南隆起的部分地区。

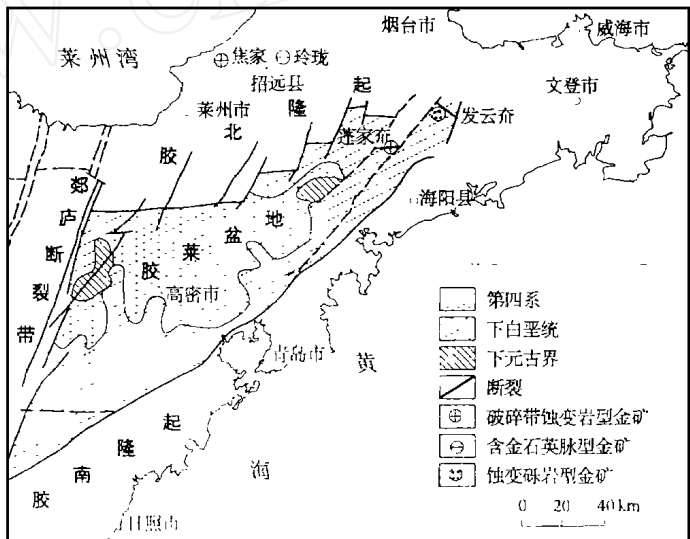


图 1 鲁东地区构造分区及金矿分布略图

Fig. 1 Sketch showing the tectonic divisions and gold deposits distribution in Jiaodong area

\*本文 1999 年 3 月收到,1999 年 5 月改回,游文澄编辑。

## 1 区域地质概况

鲁东在地质构造位置上属中朝地台(I)胶辽台隆(II)之主要部分,位于郯庐深大断裂带以东,由胶北隆起、胶南隆起及胶莱拗陷(III)组成(图1)。

### 1.1 地层

区内太古-元古宙地层原岩属优地槽形成的火山-沉积岩系,已变质成变粒岩、片麻岩、斜长角闪岩及高铝片岩等。其中胶东群、荆山群呈东西向出露于胶北隆起带并构成胶莱盆地基底,已有的研究结果认为其属胶东金矿的初始矿源层,焦家、玲珑金矿就产在此类地层与侵入岩的接触带附近。胶莱盆地白垩纪地层自下而上由莱阳群(灰色冲洪积砾岩,1500m)、青山群(中基性、中酸性火山岩夹砂页岩,厚1600m)、王氏群(紫色粗碎屑岩系,夹富碱性的中基性火山岩,厚约3000m)组成,其中莱阳群为发云乔金矿的赋矿层位。

### 1.2 构造

本区太古-元古宙以东西向构造为主,致使古老地层形成脆弱带和格子状断裂系统,并对后期构造格架和岩体分布、矿床定位产生一定影响;中生代构造以NE及NNE向新华夏系为主,其次为配套的NW或近EW向构造,它们是本区主要的导矿和容矿构造。区内EW向和NE向构造的复合部位是金矿成矿的有利地段,受其控制,胶东金矿具有东西成带、南北成串、等距分布及对应出现等特点<sup>[1]</sup>。

### 1.3 岩浆岩

区内岩浆岩主要分为两期:一期为元古宙晋宁期花岗岩;另一期为中生代燕山期郭家岭、伟德山和崂山超单元的花岗质岩石,燕山期岩浆活动与鲁东地区金矿成矿密切相关,是含金热液的母体岩浆<sup>[2]</sup>。

## 2 区域地球物理场和地球化学场特征

### 2.1 区域地球物理场特征

郯庐断裂带以东地区的区域地球物理场可分为北、中、南三个区(图2、3),其重、磁场主要特征为:

北部区:重力低,磁场平缓。重力值为 $(-20 \sim 0) \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ ,磁场值为 $0 \sim 20 \text{ nt}$ 。该区对应胶北隆起。

中部区:重力高,磁场正负相间分布。重力值为 $(0 \sim 20) \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ ,磁场值为 $-50 \sim 50 \text{ nt}$ 。该区对应胶莱盆地。

南部区:重力低,磁场跳跃。重力值为 $(-20 \sim 0) \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ ,磁场值为 $-200 \sim 200 \text{ nt}$ 。该区对应胶南隆起。

中部区重、磁场总体呈NE向展布,反映了胶莱盆地总体呈NE向延伸的特点;其内部存在有多个重力和磁力局部异常区(平面上大体呈EW向等距排列,且重、磁场基本对应),布格重力异常平面图明显反映出盆地内部存在有三个EW走向的次级盆地,说

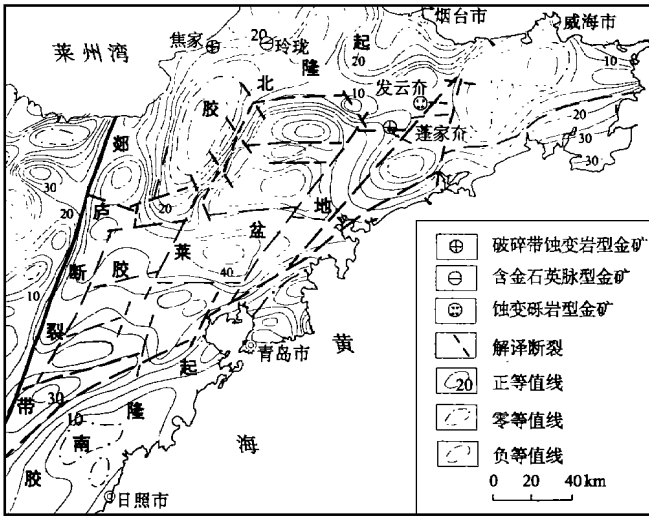


图2 鲁东地区布格重力异常平面图

(据山东省物化探勘查院资料修编)

Fig. 2 Plane of Bouguer gravity anomalies in Jiaodong area

明胶莱盆地具有 NE 向和 EW 向构造复合特点,航磁资料也反映这一构造格架特征。另外,物探综合解释结果亦表明该盆地底部不仅有呈 NE 向展布的太古-元古宙变质地层残存,而且还有岩浆岩体分布,同时也显示了盆内由 NE 向与 NW,EW 向构造共同构成的网格状断裂构造系统。这些都说明,胶莱盆地的边缘和下部具有与胶北隆起相同的“三位一体”的有利成矿地质条件。

三个区域地球物理场区分界处重、磁场有两个特点:一是表现为规模巨大的重力梯度带;

二是分界两侧的重、磁场特征显著不同。分界处为延深大、延伸长的断裂构造,且岩浆活动强烈。另外,中部区莫霍面相对隆起约 2km。

### 2.2 区域地球化学场特征

鲁东地区主要地层和岩浆岩单元金元素地球化学统计参数见表 1<sup>①</sup>。从表中可看出,金元素丰度值较高的地层和岩体有青山群、莱阳群、太古-元古宙地层及晋宁期花岗岩、燕山期花岗质侵入岩。它们之中除荆山群外,余者离差及变异系数均较小,表明没有热液作用的参与,具工业意义的金矿体是难以形成的。而当有矿化作用时,各地层及岩浆岩单元的金含量则会不同程度地增高,其中以莱

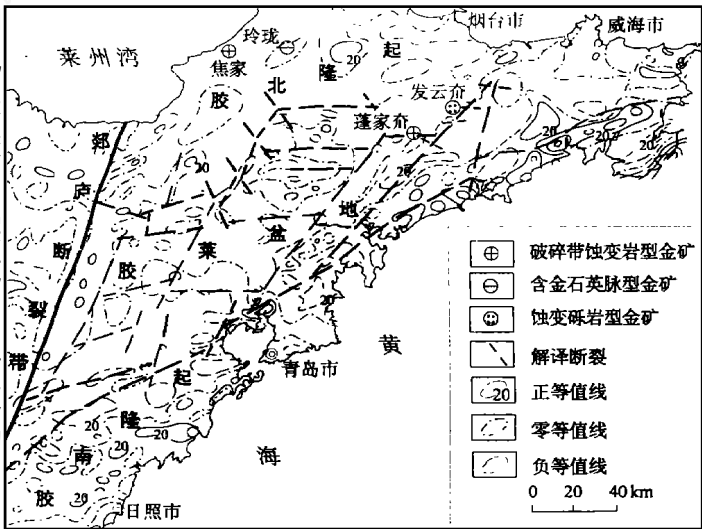


图3 鲁东地区航空磁测 T 平面图

Fig. 3 T plane of airborne magnetic survey in Jiaodong area

阳群、荆山群、胶东群和郭家岭超单元、玲珑超单元增幅较大,金含量均大于  $2.99 \times 10^{-9}$ ;离差和变异系数增加更大,以莱阳群和郭家岭花岗质岩石最为明显。这表明金矿

① 山东省地质调查研究院,1996,山东省 1:20 万地球化学总结。

成矿作用与热液活动强度密切相关,同时表明郭家岭超单元和胶莱盆地边缘的莱阳群砾岩层是金矿成矿的有利部位。

表 1 鲁东地区主要地层和岩浆岩单元金元素地球化学统计参数

Table 1 Geochemical parameters of Au element of major stata and magmatic units in Jiaodong area

地层或岩浆岩单元		金(剔除奇异值)			金(未剔除奇异值)		
		平均值 ( $\times 10^{-9}$ )	离差	变异系数*	平均值 ( $\times 10^{-9}$ )	离差	变异系数*
全 省		1.56	0.59	0.38	2.99	18.52	6.20
白垩纪	王氏群	1.46	0.49	0.33	1.50	0.57	0.38
	青山群	1.64	0.63	0.39	2.24	4.66	2.08
	莱阳群	1.68	0.75	0.45	3.81	33.9	8.91
元古宙	蓬莱群	2.03	0.73	0.36	2.88	2.72	0.94
	粉子山群	2.38	1.30	0.55	2.90	2.63	0.91
	荆山群	1.79	2.82	1.15	3.40	10.38	3.05
	胶南群	1.63	0.45	0.28	2.98	6.06	2.03
太古宙	胶东群	1.80	0.95	0.53	4.47	11.88	2.65
燕山期	崂山超单元	1.82	0.67	0.37	2.16	3.11	1.44
	伟德山超单元	1.50	0.64	0.43	1.64	0.99	0.60
	郭家岭超单元	1.76	0.57	0.32	9.91	36.9	3.72
晋宁期	玲珑超单元	1.62	0.81	0.50	13.9	53.7	3.88
	荣成超单元	1.55	0.57	0.37	2.55	4.37	1.94

\* 变异系数 = 标准离差 / 平均值。

由于第四系覆盖,在小比例尺的金元素地球化学图上,胶莱盆地总体上显示为金元素低值区。盆地的东北缘,则因莱阳群砾岩裸露及燕山期花岗岩类侵入体发育,因而显示为金元素的高值区。但无论是金元素的高值区还是低值区,均有金元素异常环绕胶莱盆地边部分布,并沿盆缘断裂构成一个巨大的异常环带。已发现的蓬家乔和发云乔金矿床均位于盆地东北缘的金元素高值区的异常中,而最近在盆地南缘发现的杜村、丰台沟金矿(矿化),则位于金元素低值区的异常中。因此,对金元素低值区中的异常进行查证,有可能实现找金工作的新突破。

### 3 典型金矿床地质特征及类比

玲珑式、焦家式金矿床地质特征早为人们所熟知,而近年发现的蓬家乔、发云乔金矿床却很少被人们所了解。通过对以上四种类型金矿床地质特征的研究和简单类比,认为它们在围岩蚀变、矿石矿物成分、矿化阶段及矿石结构构造上,具有近似的特点;但在容矿岩石、矿体产状、矿石类型及矿化特征上,却存在较大差异(表 2)。四种类

型金矿床地质特征上的差别,可能与它们所处的区域构造部位有关。

表2 焦家、玲珑、蓬家乔、发云乔金矿床地质特征对比  
Table 2 Contrast of geological characteristics of Jiaojia, Linglong,  
Pengjiaquang and Fayunkuang gold deposits

地质特征	焦家	玲珑	蓬家乔	发云乔
产出构造部位	胶北隆起 NE 向主控构造带内	胶北隆起 NE 向主控构造下盘伴生、派生低级别、低序次断裂中	胶莱盆地北缘, NW 向控盆的盆缘断裂带中	胶莱盆地边部, 近盆缘断裂的早白垩世砾岩层中
容矿岩石	黄铁绢英岩化糜棱质碎粒岩、碎裂岩、构造角砾岩	石英脉或含黄铁矿石英脉	黄铁矿化长英质构造角砾岩	蚀变的冲洪积扇砾岩
矿体形态	简单带状	透镜状或豆荚状	单个矿体呈透镜状, 多个矿体沿断裂构成稳定的带状	层状—似层状
矿体规模	长 1000m, 宽 3 ~ 10m, 延伸 1500m 以上	长数百余米, 宽多数小于 2m, 最大延伸 300m	长 400m, 宽 9 ~ 38m, 延伸大于 800m	长 400m, 宽 8 ~ 20m, 延伸大于 600m
矿体产状	走向 NEE 为主, NE 向次之, 倾角 25 ~ 42°	走向 NE, 倾角 70 ~ 85°	走向 NNW, 倾角上陡 (40 ~ 50°) 下缓 (15°)	走向近 NE, 倾角 10 左右
矿化特征	浸染状连续矿化	散点状、细脉状不连续矿化	浸染状连续矿化	浸染状, 偶见细脉状, 矿化不甚连续
矿石品位 (10 <sup>-6</sup> )	5 ~ 10	10 ~ 20	5 ~ 10	1 ~ 15
矿石结构、构造	晶粒、压碎、填隙、包含结构, 以浸染状、脉状及斑点状构造为主	晶粒、填隙结构, 致密块状、脉状构造	晶粒、压碎结构, 浸染状、块状构造	填隙结构, 浸染状、脉状构造
矿石类型	浸染状黄铁绢英岩化花岗质碎粒岩型	含金黄铁矿石英脉型, 少量含硫化物 (Cu, Pb, Zn) 石英脉型	黄铁矿长英质构造角砾岩型	含金蚀变砾岩型
矿石矿物成分	金属矿物: 黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、自然金、银金矿、金银矿 非金属矿物: 石英、绢云母、长石、方解石			
围岩蚀变	硅化、绢云母化、黄铁矿化、碳酸岩化、绿泥石化			
矿化阶段	黄铁矿—(乳白色) 石英阶段; 金、(灰色) 石英—黄铁矿阶段; 金—石英多金属硫化物阶段; 石英—碳酸盐阶段			
与变质岩的关系	变质岩一般位于控矿断裂上盘, 少数矿体分布其中		位于其中	残存在盆地基底
与侵入岩的关系	与燕山期郭家岭超单元花岗岩闪长岩 (120 ~ 126Ma) 有关 <sup>[5]</sup>		可能与青山群火山岩 (118.6 ~ 127.5Ma) 及同期的燕山晚期侵入岩有关	

焦家式和玲珑式金矿床为产于胶北隆起的破碎带蚀变岩型和石英脉型金矿床。前者产于 NE 向控矿主断裂之破碎带蚀变岩中, 矿体较稳定、形态较简单, 规模大、品位低; 后者则位于 NE 向控矿主断裂下盘的伴生、派生的低级别、低序次断裂中, 含金石英脉矿体变化大、规模小、形态复杂, 但品位较高。大多数研究者认为: 太古—元古宙含金变质地层, 燕山期郭家岭超单元花岗岩类侵入体, 以及 NE 向断裂构造系统, 分别为焦家式和玲

珑式金矿提供了初始矿源层、主要的含矿热液及导矿、容矿构造空间。

发云乔和蓬家乔金矿床则产于胶莱盆地边部,属受控于盆缘断裂的蚀变砾岩型和破碎带蚀变岩型金矿床。前者产于盆内,矿体呈似层状顺砾岩层间分布,富矿囊形态复杂且变化大,但品位高;后者位于盆地的外侧,矿体规模大而稳定,形态较简单,但品位稍低。就发云乔和蓬家乔金矿床而言,除太古-元古宙含金变质岩初始矿源层外(位于盆地底部和盆地外侧),由盆地周边太古-元古宙变质地层供源的莱阳群冲积砾岩(金元素丰度高),也可能为其再生矿源层。另外,早白垩世火山-侵入岩浆活动还为发云乔、蓬家乔金矿床提供了热源(两矿区大量的脉岩反映了此类岩浆活动),控盆的盆缘断裂系统则为金矿床提供了导矿和容矿空间。在成矿地质条件上,同焦家与玲珑金矿床存在着差异一样,发云乔与蓬家乔金矿床也存在较大的差异。前者差异主要由控矿构造的序次引起,后者差异虽也缘于控矿构造的序次,但蓬家乔金矿直接受控于盆缘断裂,而发云乔金矿则受益缘断裂旁侧的层间构造控制。

已经发表的大量同位素测年数据表明,焦家和玲珑金矿床的主成矿期为 88 ~ 135Ma<sup>[2]</sup>。目前大多数学者认为郭家岭型花岗岩与焦家和玲珑金矿床成矿关系密切,关康等<sup>[3]</sup>最近在西澳大学所测得的该岩体锆石 SHRIMP U - Pb 年龄,金矿化被限定在 120 ~ 126Ma 之间,属早白垩世;蓬家乔金矿床主要受莱阳盆地盆缘断裂控制,孙丰月等测得该金矿床的蚀变绢云母 K - Ar 年龄为 100.59 ± 1.96Ma(转引自沈远超等<sup>[4]</sup>),也属早白垩世;胶莱盆地青山群火山岩中黑云母的 K - Ar 年龄为 118.6 ~ 127.5Ma<sup>[5]</sup>,属早白垩世;发云乔金矿产于莱阳群砾岩中,其成矿时代也可能为早白垩世。上述数据表明,无论是产于胶北隆起的焦家和玲珑金矿床,还是产于胶莱盆地及盆地边缘的发云乔和蓬家乔金矿床,它们的主成矿期可能均属早白垩世。

## 4 金矿成矿规律及新的找矿方向

### 4.1 胶东金矿形成过程及矿床组合

太古-元古宙时期本区为优地槽,形成一系列中基性岩系,多次变形改造作用促使分散在岩系中的金元素预富集,并使其呈岩片残存于岩体顶部或盆地基底地层中。

中生代以来,由于受库拉-太平洋板块 NNW 斜向俯冲及郯庐深大断裂的影响,鲁东地区经受了弱引张与强挤压交替、但以挤压为主的构造应力的作用,发育以 NE 和 NNE 向压扭性断裂构造为主并与配套的 NW,近 EW 向张扭性断裂共同构成的构造系统。强大的挤压作用使地壳大面积隆起,引起大规模的火山喷发和花岗岩类侵入<sup>[6]</sup>,形成胶北、胶南隆起,并使已有断裂发生二次纵张,促使盆地北缘沿 NE, NNE 向和 NW, EW 向所连成的锯齿状断裂撕开,盆地东缘直接沿 NNE 向断裂下滑,西缘顺郯庐断裂形成控制性盆缘断裂。而从早白垩世中期起,由于受印度板块与欧亚板块碰撞,加上内部 SN 向深大断裂的影响<sup>[7]</sup>,中国东部应力场发生巨大变化,演变为强引张与弱挤压交替、以引张为主的构造应力作用,鲁东陆块随之向东滑动。这种 NW - SE 向拉张应力的伸展作用,加之在此之前的大规模岩浆活动使地壳预热、变弱,早先的 NE 向和 NNE 向“纵张断裂”进一步扩展,且由于深部物质在水平方向的蠕动、扩容<sup>[8]</sup>,构筑的盆缘断裂沿断裂

面下滑,形成盆地,并使断裂具滑脱拆离性质的上陡下缓犁式正断层特点。这种控制性盆缘断裂具有延伸深,规模巨大的特性,它的生成发展,不仅控制了盆地的形成和演化,而且成为沟通岩浆房的通道和容矿的有利场所。由于构造活动的脉动性和持续性,因而使得胶莱盆地不仅在早白垩世堆积了巨厚的冲洪积扇砾岩,而且还伴有火山作用,形成较厚的青山群火山岩系,成盆后断裂仍有活动,这就为本区热液成矿提供了有利条件。

燕山期岩浆构造活动的晚期,从初始富集的老地层和预富集的老岩体以及岩浆本身聚集了丰富的含金热液<sup>[9]</sup>,在胶北、胶南隆起区的断裂带中形成玲珑式、焦家式金矿,而在盆缘及盆地中形成蓬家式、发云式金矿床。这些属同源、同期产物的金矿,构成了同一成矿系列的矿床组合(图4)。

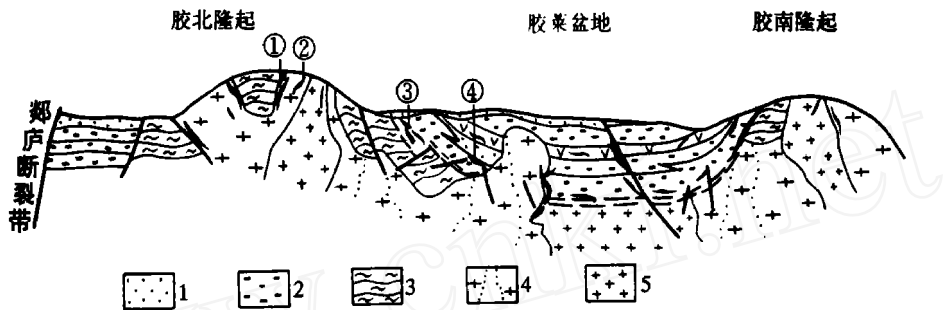


图4 鲁东地区金矿成矿模式及矿床组合图

Fig. 4 Gold deposits forming model and deposits association in Jiaodong area

1—第四系;2—下白垩统;3—太古-元古宙地层;4—燕山期花岗质岩石;5—晋宁期花岗质岩石  
焦家式金矿;玲珑式金矿;蓬家式金矿;发云式金矿

#### 4.2 新的找矿方向

蓬家式、发云式金矿的区域性勘查标志可概括为源、层、热、裂、晕,即:矿源——太古-元古宙变质岩系;含矿层——冲洪积相的莱阳群砾岩层;热源——燕山期花岗质岩浆活动;断裂——导矿和容矿盆缘断裂系统;地球化学晕——金元素地球化学异常及重砂异常。地质填图及钻探资料已经证实,胶莱盆地周边不但发育多期活动的盆缘断裂系统,而且发育莱阳群砾岩、太古-元古宙变质岩系残片及燕山期花岗岩侵入体。地球物理和地球化学资料也显示该盆地的基底为太古-元古宙变质岩系及花岗岩类侵入岩,盆地存在有NE与EW向复合的构造系统,沿盆缘断裂还分布有金元素异常环带。这就为在该盆地周缘寻找金矿指明了方向。

通过对地质、物探、化探、遥感和已知矿床(点)信息的综合分析,初步认为,胶莱盆地周边(盆地内、外侧)具有较好的找金前景。按照信息量的大小及其对找金的贡献程度,目前已在盆地的周边圈定了4个工作区和6个靶区。其中盆地的东北及西北边缘金矿化埋藏浅,且发育Au、Ag、Cu、Pb、Zn和As、Sb、Hg等多元素组合异常,显示了较好的找矿前景,建议优先布置矿产勘查工作。

## 参 考 文 献

- [1] 李宏骥. 胶东地区内生金矿的矿床类型及其构造控制与分布规律. 见: 山东地质矿产研究文集. 济南: 山东科学技术出版社, 1996, 110 ~ 116
- [2] 常乃焕. 焦家式金矿特征. 见: 山东地质矿产研究文集. 济南: 山东科学技术出版社, 1996, 117 ~ 127
- [3] 关康等. 郭家岭型花岗岩地球化学特征与金矿化的关系. 地质找矿论丛, 1997, 12(4): 1 ~ 8
- [4] 沈远超等. 山东蓬家乔金矿的基本地质特征及其找矿方向. 地质与勘探, 1998, 34(5): 3 ~ 7
- [5] 李守军. 综合地层学在山东省中生代地层研究中的应用. 山东地质, 1998, 14(4): 31 ~ 36
- [6] 马杏垣、刘和甫等. 中国东部中、新生代裂陷作用和伸展构造. 地质学报, 1983, 57(1): 22 ~ 31
- [7] 任纪舜. 论华力西旋回后全球构造阶段之划分. 地质学报, 1987, 61(1): 21 ~ 31
- [8] 刘玉强. 内蒙古东部晚中生代断陷煤盆地与伸展构造. 矿床地质, 1994, 13(3): 212 ~ 219
- [9] 张均. 山东招掖地区金矿化的时间结构特征. 地球科学, 1991, 5(4): 403 ~ 408

## GOLD ORE - FORMING REGULATION AND NEWLY PROSPECTING ORIENTATION IN JIAODONG AREA

Liu Yuqiang

(Shandong Department of Geology and Mineral Resources)

### Abstract

According to the analysis of geological condition of gold - forming, and the characteristics of regional geophysical and geochemical fields in Jiaodong area (east of Shandong), analoging geological characteristics with typical gold deposits, it is recognized that Jiaojia and Linglong type gold deposits in the Jiaobei uplift area, and Fayunkuang and Pengjiakuang gold deposits in the margins of Jiaolai basin formed under the same regional tectonic field in early Cretaceous period; belong to the production of the same source and in the same period; and are as a gold deposits association of ore - forming system. The margins of Jiaolai basin possess the same ore - forming geological conditions and mineralization informations, such as sources, strata, heats, faults and aureolas. In which are the targets for prospecting Pengjiakuang type and Fayunkuang type gold deposits.

**Key words:** Ore - forming geological condition, gold prospecting, Jiaodong area, Shandong province