

山东莒南金矿化带的地质和地球化学特征

邱德同*

(南京大学地球科学系)

莒南金矿化带产于石门—高阁庄断裂带中,呈脉状分布。含金矿源层为元古界胶南群变质岩,其原岩为一套成分复杂的碎屑岩和碳酸盐岩,夹有中基性和中酸性火山物质。金矿脉指示元素组合为Au、Ag、As、Hg、Pb、Zn、Mo、Cu和Tl等。

关键词: 莒南金矿化带; 胶南群变质岩系; 石门—高阁庄断裂带; 指示元素组合

莒南金矿化带位于山东省东南部。1984年山东冶勘四队王金城等在进行矿点检查时,发现了该矿化带。以往该地区地质找矿的主要对象是铬矿和某些非金属矿产,从未发现金银矿产。因此,该矿化带的发现,是胶南隆起区金矿找矿的首次突破,对于鲁东南和苏北地区的金矿找矿工作将有所促进。

1985年我们对莒南金矿化带的地质和地球化学特征进行了研究。工作的重点是查明胶南群变质岩中微量金的分布规律和金矿化带的地球化学异常特征。

地质和矿化特征

1. 概况

莒南金矿化带位于胶南隆起的西南部和沂沭断裂带(郯庐断裂带)的东侧。

矿区及其外围广泛分布的地层为元古界胶南群变质岩系。在其北侧局部零星分布有下白垩统青山组(K₁q)火山岩(图1)。

本区基底构造为胶南群变质岩系所组成的夏庄—西朱苍复式背斜,轴向南东东。矿区的断裂构造以北东向最为发育,它由一系列走向北东40—60°的压扭性断裂组成,其中石门—高阁庄断裂带纵贯全区,延长100余km。该断裂控制着区内各类岩体、岩脉及金矿化蚀变带的分布。此外,区内还分布

有北西向和近东西向断裂,多为中酸性岩脉、岩墙所充填。

矿区内沿上述断裂构造带分布一些较小的岩体和岩脉,如蛇纹石化辉石橄榄岩、闪长岩、闪长玢岩、正长斑岩和霏细斑岩等。局部可见零星分布的煌斑岩脉等。

2. 金矿化带的地质特征

控制金矿化的主要因素是元古界胶南群变质岩系和北东向石门—高阁庄断裂带。

元古界胶南群变质岩系是胶南隆起区的主要地层单元。以往将其归为胶东群,1982年山东区调队在与邻区相应地层单元对比后,提出建立胶南群的意见,以别于胶东群。山东区调队划分胶南群的标准剖面即在本区范围内,我们对这些标准剖面进行了观察和研究。

研究表明,胶南群为一套中高级变质程度的区域变质岩,由下而上可分为4个地层组:①大山沟组,其岩性为角闪质片麻岩及变粒岩,具有强烈的混合岩化,局部夹有云母片岩和斜长角闪岩的残留体。原岩恢复为中粒碎屑岩建造,局部夹有中基性火山岩喷发物;②甄家沟组,以云母片麻岩为主,顶部为云母片岩。原岩为夹有中酸性火山物质

* 参加研究的还有徐军、孙素坤和陈燕。

该矿点金矿化受北东向断裂控制,矿体走向北东30~50°,倾向北西,倾角60~70°,矿化蚀变带地表出露宽约3~5m。围岩蚀变类型主要为黄铁绢英岩化、硅化、钾化和碳酸盐化。黄铁绢英岩化、硅化与金矿化的关系密切。金属矿物主要为黄铁矿,还有少量的方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、辉钼矿和辰砂等。金矿物以自然金和银金矿的形式嵌布于黄铁矿中,少量分布于方铅矿等硫化物中。表1所示,黄铁矿为金的主要载体矿物。

单矿物中金的分析结果 表 1

矿物名称	样号	金含量(ppm)	采样地点
黄铁矿	H ₁	57	北石河矿点
黄铁矿	H ₂	15	东黄埝矿点
黄铁矿	H ₃	28	东黄埝矿点
方铅矿	F ₁	2.4	北石河矿点
方铅矿	F ₂	2.7	东黄埝矿点
方铅矿	F ₃	4.7	东黄埝矿点

西部矿化带北起中黄埝,南至北石河,断续延长约7km,以北石河矿点为代表。该矿点的矿石为多金属硫化物网脉,金属矿物以方铅矿为主,并含有少量的闪锌矿、黄铜矿和黄铁矿等。自然金赋存于方铅矿和黄铁矿中。矿化围岩受到强烈的钾化、硅化和黄铁矿化。

胶南群变质岩中微量金的分布

我们在金矿化带外围,完全避开矿化蚀变带的影响,采集各地层组比较新鲜的岩石,加工至200目以下,利用化学—光谱法定量分析其中微量金的含量(最低检出限1.1ppb),将分析结果进行整理,得知胶南群变质岩中微量金的分布具有以下规律:

1. 随着岩石变质程度的增强,特别是混合岩化作用的增强,岩石中微量金的含量趋于降低,含量分布趋于均匀化。

研究表明,胶南群的4个岩性组,从于

家岭组→邱官庄组→甄家沟组→大山沟组,岩石的变质程度趋于增强。尤以大山沟组变质程度最强,该组地层以强烈混合岩化为特征,中心部位则过渡为混合花岗岩。与岩石的变质程度相适应,从于家岭组到大山沟组,岩石中的微量金平均含量及标准离差值趋于降低(表2)。这是因为,随着岩石变质作用的增强,原岩中的微量金被较多地活化转移出来,从而使得岩石中金的平均含量降低,含量分布趋于均匀化(含量变化范围较窄,标准离差值较低)。

胶南群变质岩各岩性组金的分布特征

表 2

岩性组	样数	含量范围(ppb)	平均含量(ppb)	标准离差值(ppb)
大山沟组	10	1.5~2.6	1.8	0.4
甄家沟组	7	1.1~9.2	3.7	2.8
邱官庄组	8	1.1~9.2	2.6	2.9
于家岭组	8	1.1~9.2	3.4	3.1

看来,这一规律带有一定的普遍性。例如,广东河台金矿外围的变质岩系,随着岩石变质程度的增强,岩石中微量金的含量(ppb)也呈现出明显的递减特征(季明均,1985):未变质的砂页岩20;轻度变质的砂页岩11.9;微变质的片岩5.8~7.8;混合岩化片岩4;混合岩4.7;混合岩化花岗岩4.5。在研究胶东地区变质岩系中微量金的分布时也发现(朱奉三,1980),混合岩及玲珑岩体中胶东群变质岩残留体的大多数样品,金的含量多小于2ppb,而混合岩化微弱的变质岩(胶东群和粉子山群)的大多数样品中,金的含量多在2~10ppb之间,即是说,经过

胶南群各类岩石中金的含量平均值(ppb)

表 3

岩石名称	片岩	片麻岩	变粒岩	混合岩
金平均含量	4.1	2.9	1.4	2.2
样数	15	4	14	3

混合岩化后，原岩中的金含量降低近一个数量级。

2. 岩石中微量金含量的统计表明（表3），片岩类岩石含量最高。在所分析的岩石样品中，金的含量大于4ppb的，多属于片岩类岩石，如黑云母片岩、绿泥石蛇纹石化片岩和阳起石化片岩等。这些岩石恢复原岩成分均属于基性火山岩或基性岩等。

胶南群变质岩从总体上看，属于副变质岩系，多数样品中金含量较低（多低于2ppb以下），但其中仍夹有原岩为基性火山岩的层位。这些层位中金的丰度值较高，为胶南群变质岩的富金层位。

金矿原生晕中元素共生组合规律

研究金矿化带原生晕中元素共生组合规律，有助于正确地选择指示元素。以东黄埭矿点金矿石样品的分析结果，进行R型点群分析和因子分析，研究主成矿元素Au及其他伴生元素的共生组合规律。

R型点群分析表明（图2），金矿原生晕组份可分为两个组合：第一个组合为金矿化元素组合，包括有Ag、As、Au、Hg、Cu、Zn及Mo等，该组合均为亲硫元素。这一组合表明，金（银）矿化与硫化物矿化（主要

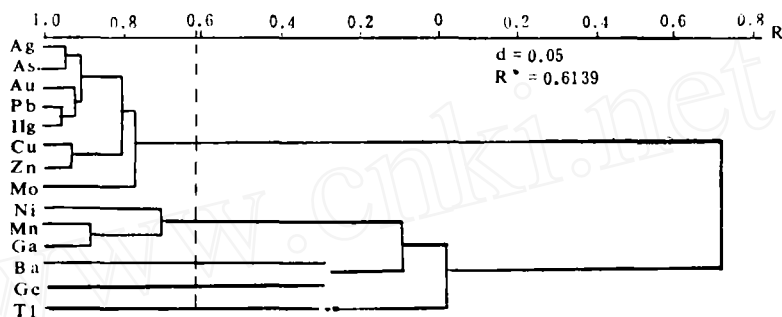


图2 东黄埭金矿点原生晕组份谱系图

是铅锌矿化）共生。第二个组合为蚀变岩石的元素组合，这一组合包括有Ni、Mn、Ga、

Ba及Tl等，在蚀变作用中这些组份多被从围岩中带出。

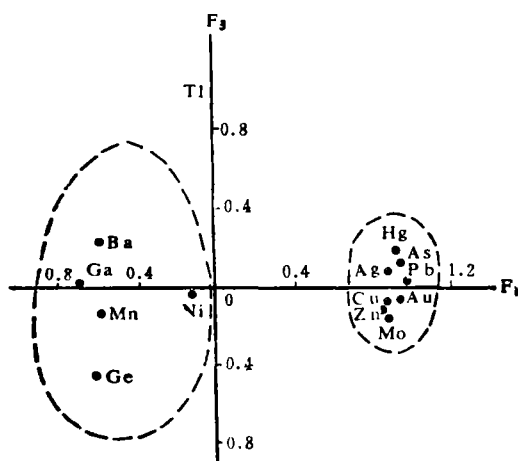


图3 东黄埭金矿点原生晕组份的F₁—F₂主因子载荷图解

R型因子分析（图3）表明，F₁因子为主要因子，F₂和F₃因子次之。在F₁因子中，主要正变量组合为Au、As、Pb、Hg、Ag、Cu、Mo及Zn等。因此F₁因子反映了金及硫化物矿化。F₁因子的负变量为Ba、Ge、Ni和Ga等，这些组份作为F₁因子的负变量存在，表明随着金矿化成矿物质的带人，而围岩中这些组份被蚀变作用带出。

根据因子分析和点群分析的结果，可知与金矿化有关的元素组合为Au、Ag、As、Hg、Pb、Zn、Cu和Mn等。

金矿化带地球化学异常特征

为了揭示金矿化带的指示元素以及各指

示元素的异常在空间上的分布规律，我们选取东黄垓金矿0线剖面进行地球化学异常研究。

根据各样点样品中金及其伴生元素的分析结果，制作地球化学剖面图（图4）。图中显示，Au、As、Ag、Pb、Zn、Hg、Cu及Tl等元素的异常，与金矿脉的位置较为吻合，对金矿化有较好的指示作用。上述指示元素的异常在矿化带两侧延展较宽，如Pb、Zn、

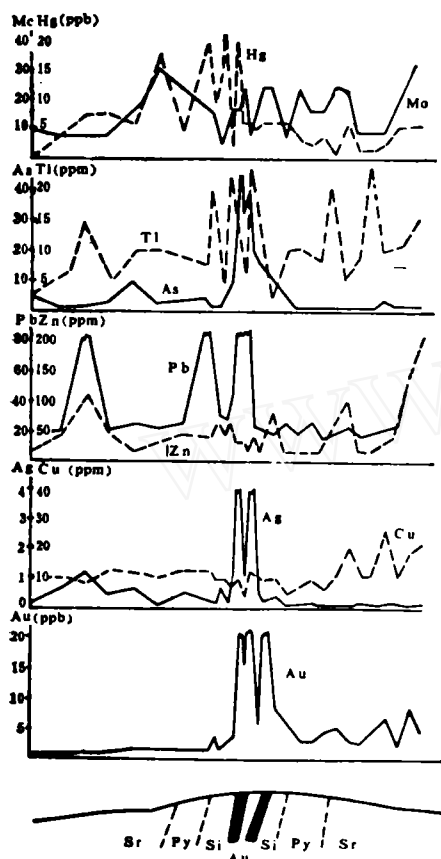


图4 东黄垓金矿0线地球化学异常剖面图

Au—金矿体；Si—强硅化黄铁绢英岩化带；
Py—黄铁绢英岩化带；Sr—弱蚀变带

Hg和Mo的异常为矿化带宽度的5~10倍，Au、Ag异常为矿化带宽度的3~5倍。这表明，即使对于石英脉型的金矿床，各种组份在矿体两侧也有较强的渗滤作用，从而形成

较为宽阔的异常。

单矿物中汞测量结果(ppb) 表4

矿物名称	样号	Hg含量
长石	BK002	131
长石	BK013	199
长石	BK044	139
长石	BK001	126
方铅矿	F ₁	681
方铅矿	F ₂	609
方铅矿	F ₃	702
方铅矿	BK001	679
黄铁矿	H ₁	1087
黄铁矿	H ₂	742
黄铁矿	H ₃	1043
黄铁矿	BK002	1150
黄铁矿	BK001	1056
石英	Q ₁	76
石英	Q ₂	94
石英	BK044	91
石英	BK001	139
石英	BK002	173
石英	BK013	84

岩石样品热释汞（炉温700~800℃）的测定结果表明，多数样品中Hg的含量与Au的分析结果具有相互对应的消长关系，Hg异常较好地指示着金矿化带的位置（见图4）。

单矿物中热释汞测量结果（表4）表明，硫化物矿物中富集汞，而硅酸盐类矿物中汞的含量低微。因此，汞异常在实质上反映了硫化物富集带的位置。

金矿找矿前景分析

胶南隆起跨越苏鲁两省，仅在山东境内出露面积就约有1万余km²，它所出露的地层主要为胶南群变质岩。胶南群在总体上看，虽属副变质岩系，但原岩中仍夹有多层基性火山岩。这些层位中金的丰度值较高，接近胶东群斜长角闪岩金的丰度值。

我国分布最广的金矿类型之一——变质热液型金矿，多数分布于前寒武系变质岩分布的地区，与变质岩系有密切的成因和空间

联系。当这些变质岩系经过强烈的变质作用,混合岩化作用以及动力变质作用之后,可将岩石中呈分散状态的金活化转移出来,沿断裂构造富集成矿。胶南隆起变质岩系广泛分布,具备形成变质热液金矿的地质环境。莒南金矿化带的发现,证实了这一认识。

从鲁东地区(胶北隆起和胶南隆起)金矿控矿构造条件来看,北东向的断裂构造与金矿化的关系密切。莒南金矿化带由于受到沂沭断裂及其次一级构造的强烈影响,在矿区及其外围地区北东向断裂构造十分发育。

由上所述,胶南隆起区是苏鲁两省金矿成矿的重要远景区之一,应加强该地区成矿地质条件的研究,使金矿找矿有较大的突破。

对于该地区金矿找矿方向及找矿标志,我们提出如下认识:①在胶南群变质程度强烈的混合岩田外侧部位,在这样的部位变质程度较弱的片岩和斜长角闪岩所分布的地段,可能为金矿化赋存部位;②北东向的新断裂构造带,如石门—高阁庄断裂以及与之平行的其他断裂,是金矿化的控矿构造。北东向断裂与东西向断裂交汇部位,则是金矿化的富集部位;③可广泛地运用勘查地球化学方法对断裂构造的含矿性作出快速有效的评价。根据对莒南金矿化带地球化学异常的研究结果,该地区金矿化的主要指示元素组合为Au、Ag、Pb、Hg、Cu、Zn和Tl等。

作者谨向罗至刚、王金城等同志致谢。

Geological and Geochemical Characteristics of the Junan Gold Mineralized Belt in Shandong Province

Qiu Detong

The Junan gold mineralized belt, with a vein-like occurrence, is situated in the Shimen-Gaogezhuang fault zone. Its gold-bearing source beds belong to the Proterozoic metamorphic rocks whose primary rocks were a suite of complex clastic and carbonate rocks intercalated with a layer of intermediate basic to intermediate acid volcanic materials. The indicator element association of the gold veins include Au, Ag, As, Hg, Pb, Zn, Mo, Cu and Tl.

1988年世界矿产资源勘探的特点

1. 金矿勘探列为投资重点

尽管近年贱金属工业较为景气,但全球在勘探贱金属方面的投资并未增长。去年全球地质勘探的总形势有侧重贵金属的趋向。据美国经济地质工作者协会(SEG)公布的材料,去年全球所投入的地勘费,大部分是用于贵金属的勘探。对美国本土48个州的调查表明,去年新申请的勘探区域,有40%以上集中在黄金资源丰富的内华达州,这标志着在贵金属中金仍是勘探投资的热门。即使去年全球金价呈现跌势,但和全球平均227美元/盎司的成本相比,利润仍丰。金的勘探仍是今后投资的重点。

2. 受制于政府政策和国家法律

各国矿业的政策和国家的矿业法规(尤其是税法)对地质勘探资金的投向影响巨大。去年表现得最为突出的是加拿大和澳大利亚的税法修改。加拿大取消了对私人勘探投资的征税并制定了一项勘探促进计划,向那些财力薄弱的弱小公司提供地勘资金。澳大利亚决定1990年取消对黄金的征税,此举

刺激各公司纷纷投重金于黄金地质勘探,以便在1988~89两年扩大生产能力,使1990年以后的产量达到一个新的台阶。此外,智利和马里也制定了吸引外资的优惠政策,加快黄金地质勘探。

3. 找矿成果突出

去年在全球范围内找到了一批有价值的矿床。黄金矿床有:美国的Mac、Beartrack、Mountain和McLaren-Glengarry;加拿大的Tundra;英国的Cononish;澳大利亚的Starra和Kuriada;印度尼西亚的Grasherg以及埃及的Minex。中国的山东省和马里的西南部也发现了新的金矿。贱金属矿床有:加拿大的Duck-Dond矿;美国的Sheeps-Creek钴铜矿;爱尔兰的Ehp-Utah矿和澳大利亚的Range Well铬矿。中国的广西发现了一座大型稀土矿。埃及和阿根廷发现硫磺矿以及芬兰找到一座大型的含多金属的铁矿。

[田传明编译自《MINING ENGINEERING》,May, 1989]