

文章编号:1008-0244(2003)02-0018-07

# 玲珑金矿田不同级别构造控矿特征

孙国胜<sup>1,2</sup>, 刘颖<sup>3</sup>, 李绪俊<sup>2</sup>, 姚凤良<sup>2</sup>, 胡瑞忠<sup>1</sup>, 王元东<sup>4</sup>

(1. 中国科学院地球化学研究所矿床地球化学开放实验室, 贵州 贵阳 550002;

2. 吉林大学地学院, 吉林 长春 130026; 3. 国家海洋局第二海洋所,

浙江 杭州 310012; 4. 山东招远黄金公司, 山东 招远 265400)

**摘要:**在我国著名的胶东玲珑金矿田中,发育有众多的断裂构造,这些断裂构造具有明显的主次之分,并对金矿化起着不同的控制作用。其中,破头青断裂为一级控矿构造,它控制了整个金矿田矿脉的空间分布、矿化类型、矿物组合以及矿化深度的规律性变化。玲珑断裂为二级控矿构造,它控制了次级矿脉的富矿段,导致矿脉的斜列及走向变化,其产状对两侧次级矿脉的赋矿标高产生一定的制约。矿田内其他 NE—NEE 方向的众多断裂为三级控矿构造,它控制了矿体的产出位置、形态、产状等。

**关键词:**玲珑金矿田;构造控矿分级;控矿作用;破头青断裂;玲珑断裂

**中图分类号:** P618.51; P613 **文献标志:** A

在我国著名的胶东玲珑金矿田中,控矿构造以断裂为主,矿田内众多的断裂构造在规模、性质及其演化等方面均存在一定的差异,具有主次之分。而不同序次的断裂构造在成矿过程中所起的作用应有所不同,对矿床、矿体的产出也应具有不同的控制作用。因此,研究不同序次的断裂构造的控矿特征及其细节,对深部矿体的定位预测和成矿理论的研究都具有重要的意义。本文从断裂构造的规模、断裂间的相互关系和断裂构造对矿体产出特征的控制出发,探讨了不同序次的断裂构造控矿特点,旨在指导深部矿体的定位预测工作,因此,并未对断裂构造性质及其演化等进行深入详细的探讨。

## 1 玲珑金矿田地质概况

玲珑金矿田在胶东半岛的招远市境内,在大地构造位置上位于华北地台鲁东地盾的胶东地块上,属招掖金矿带的东部,包括玲珑、九曲、大开头、罗山、欧家乔、台上、双顶等金矿床。矿田面积 75 km<sup>2</sup>,矿体呈脉状、透镜状、扁豆状产于玲珑花岗岩的断裂蚀变带中,连续性较差。目前已发现金矿脉 543 条<sup>[1]</sup>,走向以 NE—NEE 为主,其次为 NNE 向,矿脉一般长 100 ~ 1 000 m,最长可达

5 800 m(108# 脉),矿脉厚度界于 1 ~ 8 m 之间,个别矿脉局部可达 40 ~ 50 m。含矿断裂断面呈舒缓波状,并具有张、压、扭等多期叠加的复杂特征。矿化类型有石英脉型和蚀变岩型以及二者之间的过渡类型。矿石矿物以黄铁矿、黄铜矿为主,其次为方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿、毒砂等。脉石矿物主要为石英、方解石、绢云母等。矿脉周围普遍发育强弱不等的围岩蚀变,主要有钾化、绢英岩化、硅化、黄铁矿化和碳酸岩化等。

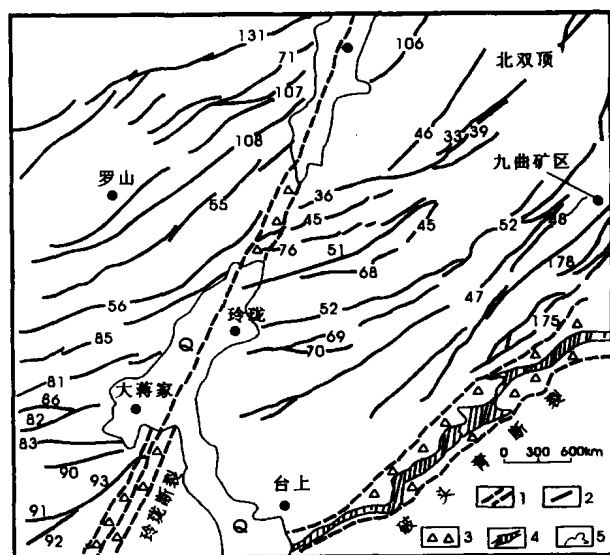


图1 玲珑金矿田主要控矿构造分布图

Fig. 1. Distribution diagram of the structures controlled orebodies in the Linglong Orefield.

1. 主干断裂; 2. 矿脉; 3. 断裂破碎带; 4. 蚀变岩; 5. 地质界线

收稿日期: 2001-11-13;

第一作者简介: 孙国胜(1964—), 博士后, 矿床地球化学专业。主要从事矿床地球化学及金矿矿体定位预测工作。

## 2 控矿构造的分级

玲珑金矿田以断裂为主要控矿构造,许多地质工作者从不同的角度对区内的断裂构造做了大量的研究工作,但到目前为止,对区内断裂构造的性质、演化、分级仍存在一定的争议,尤其是破头青断裂和玲珑断裂二者之间的关系分歧较大。其中刘石年<sup>[2]</sup>、卢作祥<sup>[3,4]</sup>、姚凤良<sup>[5]</sup>等认为位于矿田东南部、规模最大、呈 NEE—NE 向延伸的破头青断裂为玲珑金矿田中一级控矿构造。李兆龙<sup>[6]</sup>也认为:破头青断裂发育有地壳深层次的糜棱岩带,其发生时间早于以脆性变形为主的玲珑断裂,所以认为破头青断裂是玲珑断裂和大秦家断裂间的派生断裂是不恰当的;并进一步认为,破头青断裂控制了玲珑金矿田的形成与分布。卢作祥<sup>[3,4]</sup>认为,横跨整个金矿田中部,并将矿田分割成两大部分的 NEE 向的玲珑断裂,构成矿田的二级控矿构造。

本文从断裂构造对矿田、矿脉、矿体、矿化类型的控制以及所起的导矿、配矿、容矿作用,将玲珑金矿田有关的成矿构造分为如下三级:破头青断裂为玲珑金矿田一级控矿构造,是重要的导矿、容矿构造;玲珑断裂为二级控矿构造,是重要的导矿、配矿构造(尚未发现有工业意义的矿体);规模较小并富含工业矿体的 NEE—NE 向的次级断裂,构成矿田的三级控矿构造。

## 3 破头青断裂的控矿作用

### 3.1 破头青断裂的特征

破头青断裂在矿田范围内,出露长度约 6 km,宽 80~500 m,主体沿深家河岩体与玲珑岩体的近东西向接触带展布,部分沿玲珑岩体与胶东群变质岩的接触带分布,由西向东走向由 NEE 拐折成 NE 方向,构成向 SE 缓倾斜的弧型断裂构造带,倾角在 35°~60°之间。破头青断裂早期为韧性变形,断裂带中发育各种糜棱岩和初糜棱岩,石英的定向拉长、变形纹、核幔结构、动态重结晶结构、钾长石的扭曲双晶、云母的膝折、鱼状变形等糜棱结构常见。上述糜棱岩类在后期的脆性构造变形过程中,大多发生碎裂岩化。在断裂带的上盘发育有几十厘米厚的断层泥,并在下盘产生次级派生断裂构造。目前在破头青断裂带中已发现 150 个大小不等的金矿体。其中主要金矿体赋存于主断裂面下盘 0~80 m 范围的黄铁绢英岩化碎裂花岗岩带内,矿化类型属蚀变岩型,金矿石平均

品位较低,在 3~5 g/t 之间。

### 3.2 对玲珑金矿田矿化的控制

3.2.1 对矿脉分布的控制 玲珑金矿田所有具工业意义的金矿脉均分布在破头青断裂带的下盘 6 000 m 以内,且距离破头青断裂由近及远,矿脉由密变疏。距离破头青断裂较近的九曲大开头矿段中,矿脉的厚度较大,有的可达十几米,但长度较短,一般不超过 1 500 m,而且矿脉分枝复合及构造透镜体化发育;距离破头青断裂较远的欧家乔、西山矿段,矿脉的厚度变小而长度增大,一般在 1 500 m 以上,NW 端的 108<sup>#</sup> 脉的长度超过 5 000 m。此外,破头青断裂对次级矿脉走向的控制也非常明显,破头青断裂近处的矿脉的走向以 NE 为主,特别是破头青断裂带由 NEE 向 NE 方向拐折后,附近的次级矿脉走向部分呈 NNE 向;而远离破头青断裂的次级矿脉,走向以 NEE 方向为主(图 1、表 1)

3.2.2 对矿化特征的控制 矿化特征随远离破头青断裂产生如下规律性变化:①矿化类型由网脉带型变为石英脉型。②矿体中矿物组合由贫硫化物蚀变岩型演变为多金属硫化物石英脉型。破头青断裂中的 171<sup>#</sup> 脉及其附近的 26<sup>#</sup>、48<sup>#</sup>、69<sup>#</sup> 等蚀变岩型矿脉中,金属硫化物的含量较低,且主要为黄铁矿。在 69<sup>#</sup> 脉 74~34 m 中段发现的一个盲矿体,主要由强钾化、绢英岩化的碎裂玲珑花岗岩构成,含有少量的浸染状的黄铁矿(小于 1%)。③蚀变由强变弱,蚀变宽度由十几米变为几米至几十厘米,蚀变类型由钾化、绢英岩化为主变为以绢英岩化为主。

上述变化规律与控矿构造的性质、成矿温度有一定的关系。破头青断裂受多期较强构造活动的影响,断裂带破碎强烈形成弥散构造空间,而且由于其为导矿构造,成矿温度较高,不利于方铅矿、闪锌矿等矿物沉淀,成矿流体以渗透交代作用为主,形成贫硫化物蚀变岩型;远离破头青断裂的次级矿脉是以扭性构造为主,成矿空间较为连续,且远离导矿构造(破头青断裂)成矿温度较低,成矿流体以充填为主,并有利于方铅矿、闪锌矿等矿物沉淀而形成多金属硫化物型。

3.2.3 对矿化深度的控制 据招远黄金集团公司 1999 年部分探采资料编制成赋矿标高剖面示意图(图 2),从中可以看出,成矿深度随远离破头青断裂逐渐变浅。远离破头青断裂的北西端的 108<sup>#</sup>、131<sup>#</sup>、55<sup>#</sup> 脉等,赋矿标高在 +100 m 以上,

向下已基本封底;矿田中部的 83#、52#、47#、48# 等矿脉,赋矿标高可达-100 m 以下,有的矿脉尚未

封底;而破头青断裂带中的矿脉,在-750 m 左右的深部钻孔中矿化仍较强。

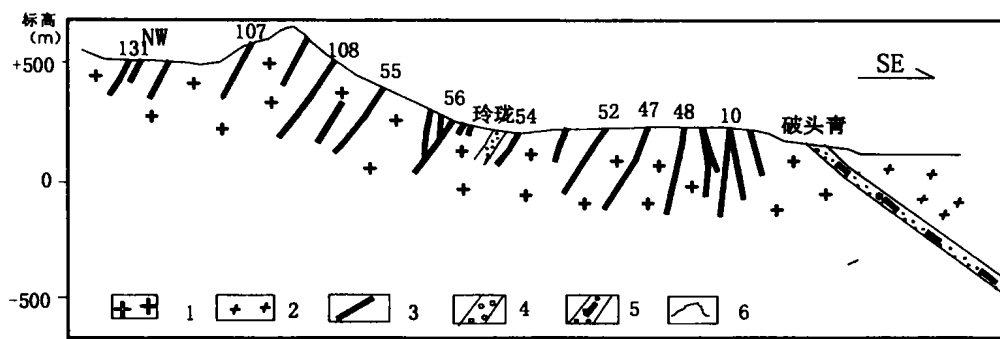


图2 玲珑金矿田赋矿标高剖面示意图

Fig. 2. Profile diagram showing the levels at which orebodies occurred in the Linglong Orefield.

1. 玲珑花岗岩;2. 漆家河花岗岩;3. 矿脉;4. 构造破碎带;5. 含矿构造破碎带;6. 地表

## 4 玲珑断裂的控矿作用

### 4.1 玲珑断裂的特征

玲珑断裂为矿田二级控矿构造,它位于矿田的中部,呈 NNE 向展布,走向 NE25°左右,地表倾向 NW,倾角在 60°~85°之间,断裂带宽 100~300 m,长 7 km 左右,为一条密集的劈理化带和构造透镜体带,其中见有黄铁绢英岩化及石英黄铁矿脉,但含金性差( $w(\text{Au}) \approx 1 \text{ g/t}$ ),至今未能在其中圈出矿体。玲珑断裂为具多期活动性质的重要的导矿构造<sup>[5]</sup>。

### 4.2 对矿田金矿化的控制

4.2.1 对矿脉的走向及分布的影响 玲珑断裂以西的绝大部分矿脉,在接近玲珑断裂时,其走向由 NEE 转向 NE 或使矿脉产生斜列,斜列后的矿脉走向为 NE。这主要受玲珑断裂的多期活动及走滑牵引的制约。其可能机制如图 3 所示,早期玲珑断裂的右行走滑造成对其左侧 83#、92# 等矿脉的牵引,使矿脉的走向由 NEE 转向 NE,同时使部分矿脉产生斜列;晚期阶段的左行走滑,可以使矿脉的转向和斜列进一步加剧。

4.2.2 对次级控矿断裂中的矿体富集部位的制约 据罗山金矿的探采资料,距离玲珑断裂 100~1500 m 为最佳矿化地段,太近或太远矿化强度均变弱。在欧家乔矿段中距离玲珑断裂 100 m 以内,矿脉中也往往存在石英黄铁矿脉和较强的黄铁矿化,但因含金性差一般不能构成工业矿体;而远于 1500 m,矿脉中常为纯净的石英脉,矿化也较弱(表 1)。

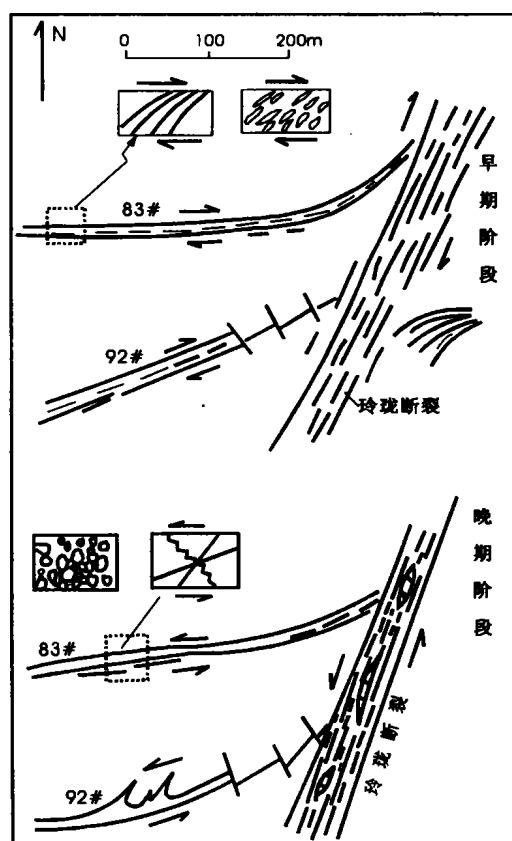


图3 玲珑断裂与西侧欧家乔矿段矿脉关系

Fig. 3. Relationship between the Linglong fracture and western Oujiaokuang ore run.

4.2.3 对矿化深度的控制 由于玲珑断裂倾向 NW,因此对欧家乔矿段矿脉中矿体的延深产生制约,随远离玲珑断裂矿体的延深规模有逐渐增加的趋势。如图 4 所示为 82# 脉矿体延深规模与玲珑断裂之间的关系图,其中距离玲珑断裂较近的矿体,赋矿标高较浅,延深规模小,在 +50 m 左右

已尖灭;而且在-77 m 中段向东已进入玲珑断裂的边部,虽仍可见大量石英黄铁矿脉和发育的宽可达几米到十几米的钾化带,但其中的黄铁矿呈浅

白色,含金性差,显示出高温成因的特点,金品位低于 1 g/t,不能圈出矿体。远离玲珑断裂的 170<sup>#</sup> 矿体,延深规模较大,可达-100 m 左右。

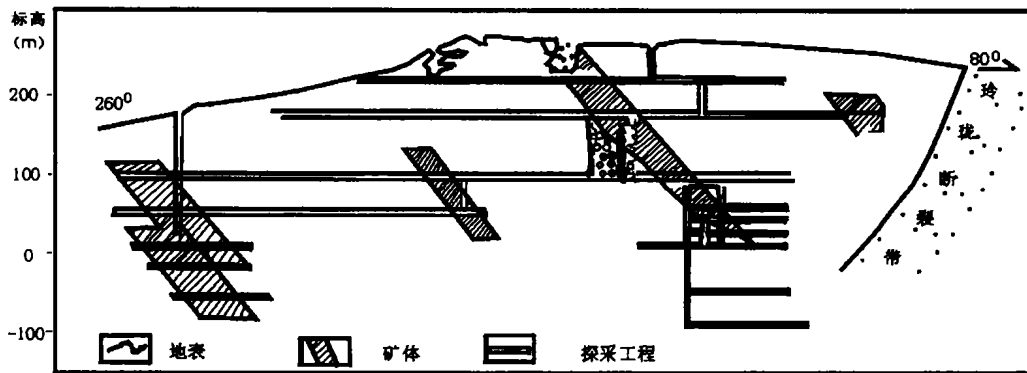


图 4 欧家矿段 82<sup>#</sup> 脉赋矿标高与玲珑断裂的关系

Fig. 4. Relationship between No. 82 vein of western Oujiaokuang ore run and Linglong fracture.

之所以次级矿脉富集部位和延深受玲珑断裂的影响,有可能是因为玲珑断裂为导矿、配矿构造,近处温度较高,虽然可形成发育的黄铁矿及蚀变,但此时不利于 Au 的沉淀。而距离太远,含金成矿流体也无法运达而难以大量富集。

### 5 矿田三级构造控矿特征

矿田内的三级构造为重要的容矿构造,它直接控制着矿化带及矿体的空间分布。目前已发现 500 条之多,多呈 NE—NNE 向展布,长几百到几千米,矿化类型以石英脉型和石英脉与蚀变岩混合型为主,其主要特征如表 1

#### 5.1 控矿构造方向与金矿化

玲珑断裂以西包括西山矿段和欧家矿段的各条矿脉,整体上以 NEE 走向为主,并在东部接近玲珑断裂处产生转折或斜列,走向由 NEE→NE,其中北部西山矿段的矿脉在转折端或 NE 向的斜列矿脉矿化较强,往往富含工业矿体;而南端的欧家矿段则有所不同,NEE 走向的矿脉含矿性较好(见表 1、图 1)。

玲珑断裂以东的矿脉:矿脉整体上呈 NE—NEE 走向,且以 NE 向为主。其中距离玲珑断裂较近的西部 51<sup>#</sup>、52<sup>#</sup>、61<sup>#</sup>、47<sup>#</sup>、69<sup>#</sup> 等矿脉,由西向东,走向常发生转折,由 NEE 向折成 NE 向,且折成 NE 向后矿化变弱;距离玲珑断裂较远的东部矿脉,如 4<sup>#</sup>、48<sup>#</sup>、44<sup>#</sup>、5<sup>#</sup>、8<sup>#</sup> 等矿脉,走向以 NE 为主,且富含工业矿体(表 1)。

#### 5.2 断裂构造的分肢复合控矿

矿体的赋存部位往往与含矿断裂(矿脉)的分肢复合具有一定的关系,姚凤良<sup>[4]</sup>认为 NE 向断裂与 NEE 向断裂复合部位有利于成矿。除不同走向矿脉复合外,同一条矿脉常在走向及

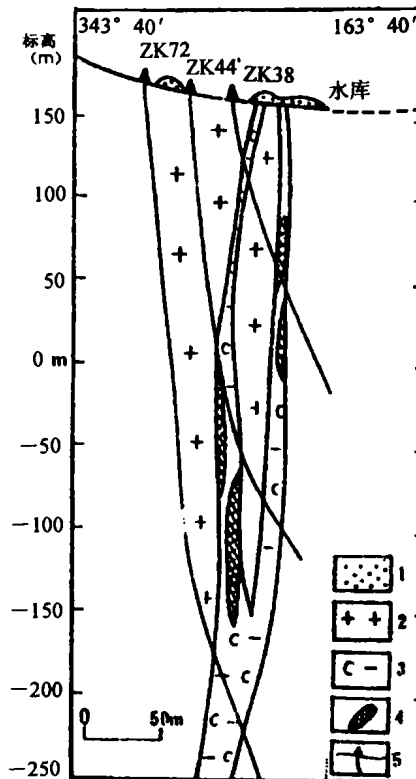


图 5 83<sup>#</sup> 脉 263 勘探线地质剖面图

Fig. 5. Geological profile of No. 83 vein.

1. 第四系; 2. 玲珑花岗岩; 3. 蚀变花岗岩; 4. 矿体; 5. 钻孔



(矿体富集带)向 SE 侧伏,侧伏角 70°左右;而构造面波幅变化高值区的长轴方向则向 SW 侧伏,侧伏角 60°左右,与 Au 的线金属量高值区的侧伏方向相反,矿体位于构造面高梯度变化带(图 7)。在 48# 脉的四次控矿构造面趋势及 Au 的线金属量等值线图中(图 8),控矿构造面波幅变化高值

区总体侧伏方向为 SW,侧伏角 65°左右,Au 的线金属量高值区也明显向 SW 侧伏,主要矿体的富集带与控矿构造波幅的高值区即构造面的上凸部位相吻合。由此可以看出,矿体即可以富集于构造面高梯度变化带,也可以存在于构造面的上凸部位。

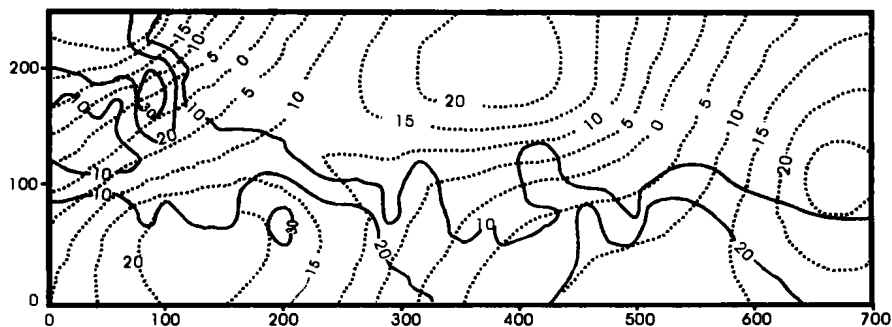


图 7 69# 脉四次趋势构造面及线金属量等值线

Fig. 7. Contour diagram of the 4 fourth trend surface and line mass in No. 69 ore vein.

(注:虚线为构造面等值线,单位为:m;实线为金属量等值线,单位为: $g \cdot t^{-1}/m$ )

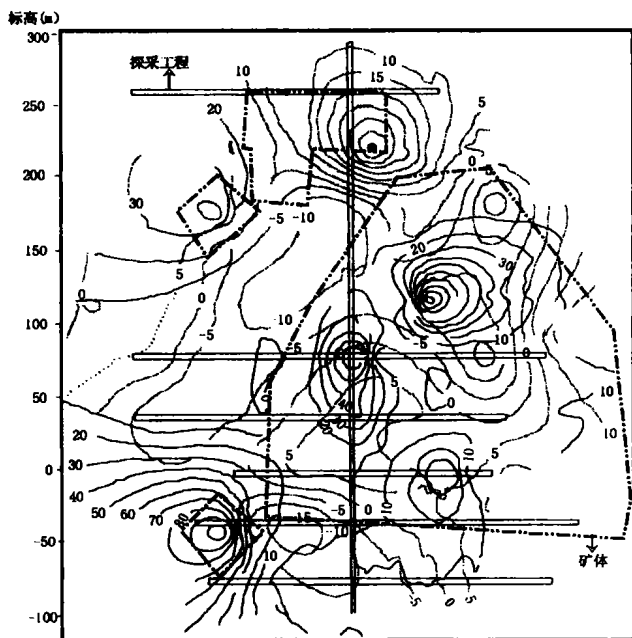


图 8 48# 脉四次趋势构造面及线金属量等值线

Fig. 8. Contour diagram of the 4 fourth trend surface and line mass in No. 48 ore vein.

(虚线为构造面等值线,单位为:m;实线为金属量等值线,单位为: $g \cdot t^{-1}/m$ )

## 6 结论

在玲珑金矿田中,破头青断裂为一级控矿构造,它控制了整个金矿田矿脉的空间分布、产状;矿田内矿化类型、矿物组合以及矿化深度的规律性变化均与其密切相关,也说明破头青断裂对整个金矿田的控制作用。玲珑断裂为二级控矿构造,它控制了次级矿脉的富矿段,矿脉的斜列及走向变化,其产状对两侧次级矿脉的赋矿标高产生一定的制约。矿田内其他 NE—NEE 方向的众多断裂为三级控矿构造,它控制了矿体的产出位置、形态、产状等;其中不同方向断裂的复合部位、断裂构造透镜体化的分枝中、构造面的变异及上凸处,均为有利的赋矿部位。

## 参 考 文 献

- [1]杨敏之. 胶东花岗岩-绿岩地体金矿床类型、成矿模式、成矿预测[A].“八五”地质科技重要成学术交流会议论文集[C].天津:天津冶金工业出版社,1996.310~313.
- [2]刘石年. 山东玲珑矿田控矿断裂地球化学初步研究[J]. 地球科学, 1987(1):39~48.
- [3]卢作祥等. 山东招掖金矿带的构造岩浆控制[J]. 矿产与地质, 1987, 6:589~597.
- [4]卢作祥等. 山东玲珑矿田断裂构造控矿作用探讨[J]. 地球科学, 1983, (3):
- [5]姚凤良,刘连登,孔庆存. 胶东西北部脉状金矿[M]. 吉林:吉林科技出版社,1990.
- [6]李兆龙,杨敏之. 胶东金矿床地质地球化学[M]. 天津:天津科学技术出版社,1993.

## STUDIES ON DIFFERENT TYPES OF FRACTURE STRUCTURES CONTROLLING GOLD OREBODIES IN LINGLONG GOLD OREFIELD

SUN Guo-sheng<sup>1,2</sup>, LIU Ying<sup>3</sup>, LI Xu-jun<sup>2</sup>, YAO Feng-liang<sup>2</sup>, HU Rui-zhong<sup>1</sup>, WANG Yuan-dong<sup>4</sup>

(1. The Open Laboratory of Ore Deposit Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002;

2. Jilin University, Changchun 130026; 3. Second Institute of Oceanography, SOA, Hangzhou 310012;

4. Zhaoyuan Gold Compang, Shandong, Zhaoyuan 265400 )

### Abstract

Many kinds of fractures occurred in the Linglong gold orefield, and they played different controlling roles in gold mineralization. Of these fractures, the Potouqing fault was the first-grade fracture controlling orebodies, and it controlled the distribution of gold ore veins, mineralization types, mineral assemblages and mineralization depth; the Linglong fracture was the second-grade fracture, and it controlled the enrichment section of orebodies, and resulted in diagonal ore veins and trend variance, and it controlled the levels at which the second ore veins occur. Other fractures extending NE-NEE were the third-grade fractures, controlling the attitudes, forms and position of orebodies.

**Key words:** Linglong gold orefield; the grade of fracture structures controlling gold orebodies; the role of ore controlling; Potouqing fault; Linglong fault