

玲珑金矿西山矿床北东段深部 矿床地质特征及构造控矿规律

孔祥钦, 陈昌衍, 邓志平, 黄吉友

(龙口金丰有限公司, 山东 龙口 265719)

摘要: 西山金矿床各矿体严格受 NE 向压扭性断裂控制, 同生构造是主要矿体的赋存空间, 无论是矿体还是断裂均显示为膨大缩小、尖灭再现、分支复合、斜列、侧伏等规律; 矿化强度自上而下没有出现明显降低的趋势, 而是表现为缓慢下降, 说明了深部矿化还将有一定的延续。因此, 西山金矿床的构造控矿标志明显, 预测其深部还具有一定的找矿潜力。

关键词: 玲珑金矿田; 西山金矿床北东段; 控矿断裂; 成矿规律; 赋存规律; 第二富集带

中图分类号: P613; P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2010)03-0228-06

0 引言

玲珑金矿田位于招(远)莱(州)金矿带的东部。矿田内主要岩石为玲珑花岗岩, 其主体相片麻状黑云母花岗岩为燕山早期形成。花岗岩的围岩主要为新太古界胶东岩群和元古宇 TTG 岩系, 矿田周边的胶东岩群多以 TTG 岩系中的残留片(块)体出现。

玲珑金矿田的所有金矿体均受断裂构造的直接控制, 矿体—蚀变岩—脉岩—断裂的围岩均为玲珑花岗岩(图 1)。

西山金矿是玲珑金矿田的一个矿床, 2008—2009 年, 龙口金丰有限公司对西山金矿床北东段的控矿断裂展开研究工作。着重对控矿构造的地质特征、矿体的分布规律及其赋存规律进行调查与分析, 并与相邻金矿床进行对比, 预测西山金矿床北东段的深部存在金的第二富集带。

1 矿田构造

(1) 玲珑金矿田的 I 级断裂: 为破头青断裂和玲珑断裂。两条断裂属同级序的招平深断裂的一

部分。

破头青断裂位于金矿田的东南部, 由走向 NEE 的压剪性复合断裂和走向 NNE 叠加剪切断裂联合而成。其中断裂呈 NEE 向的南西段(破头青)复合了先期形成的近 EW 向断裂, 走向 75° 左右, 倾向 SE, 倾角 40° 左右; 断裂的北东段(东风—大磨曲家)走向 30° , 倾向 SE, 倾角 45° 左右。断裂带宽 100~200 m, 最宽处达 400 m。断裂带内普遍发育有挤压片理、糜棱岩类和碎裂岩, 显示构造经历了韧性剪切和脆性破裂两期活动, 脆性期分为多个活动阶段。断裂带内热液蚀变矿化强烈, 已发现赋存有较大规模的工业金矿体多处。

玲珑断裂纵贯矿田中部, 走向 20° , 倾向 NW, 倾角 60° ~ 85° 。破碎带宽 60~120 m, 其中以脆性构造岩为主, 断层泥发育, 具有多次活动迹象, 蚀变矿化强烈, 见有含金石英脉和中基性脉岩产于其中。

(2) 矿田 II 级断裂: 玲珑断裂以西, 以 F_{131} , F_{108} , F_{107} , F_{55} , F_{56} , F_{96} , F_{98} 断裂为主; 玲珑断裂以东, 以 F_{36} , F_{51-9} , F_{52-4} , F_{10} , F_{171} 断裂为主。这些断裂走向 NE, 倾向 NW 或 SE, 走向长 1 000~5 000 m 不等, 具多次活动和不同力学性质叠加的特点。II 级断裂为矿田控矿的主干断裂。从宏观上看近似帚状构造, 但沿断裂走向追索, 发现每条断裂均为走向 NE 和 NEE 两组共轭断裂复合而成的断裂带。

收稿日期: 2010-02-28

作者简介: 孔祥钦(1967-), 男, 福建人, 工程师, 从事地质、采矿工作。通信地址: 山东省龙口市下丁家镇后地村南龙口金丰有限公司; 邮政编码: 265719。

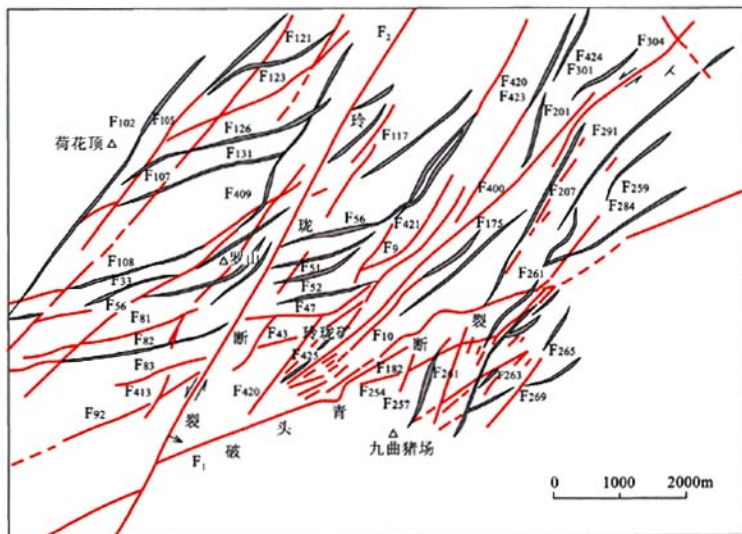


图 1 山东玲珑金矿田构造及矿脉分布略图(据天津地质研究院,1987)

Fig. 1 Map Showing distribution of structures and ore veins in Linglong gold ore field, Shandong province

(3) 矿田Ⅲ级断裂:即Ⅱ级断裂构造的分支断裂,其产状复杂,规模不大,亦是矿田中重要的容矿构造。

(4) 矿田内还赋存有一组 NNE 向断裂构造,多被中基性脉岩充填,但该组断裂亦切穿金矿体,说明这组断裂在成矿后仍有活动。

(5) 矿田内有一组 NW 向断裂,其构造形迹不甚明了,常被 NE 向断裂切断,属矿田内成矿前断裂,后期的活动性较差。

2 断裂控矿特征

2.1 矿床分布严格受断裂控制

胶东金矿的重要特点之一就是金矿体、金矿床、金矿带都严格地受断裂构造的控制。西山金矿严格地受 NNE-NE 向断裂的控制,矿化的范围也限制在断裂带内。

2.2 断裂构造演化和成矿演化同步发生

从成矿前到成矿后,断裂构造经过了多次活动。西山矿床在成矿过程中的断裂活动达 4 次之多,每次断裂的活动均伴有蚀变和矿化发生。构造活动和成矿过程具有周期性同步演化的特点。控矿断裂先后经历了压扭→张扭→压扭→扭性的交替变化过程。断裂活动的强度从早到晚强、弱交替,总趋势在

逐步减弱。早期的断裂构造格局决定了矿化的范围和规模,后期的多次叠加改造决定了矿化的强度和矿化的不均匀性。从第一阶段含金石英脉和第二阶段含金石英—黄铁矿阶段,总体上呈压扭为主的构造性质;在多金属硫化物阶段,断裂呈现明显的张扭性特点;断裂在成矿后的活动则表现为压扭性特点,沿矿体两盘产生滑动,对金矿体无明显的破坏作用。金矿化总是发生在断裂特定的活动阶段,体现了二者的同步演化特征。

2.3 金矿化赋存在断裂产状变化部位

控矿断裂在平、剖面上均呈舒缓波状延展。分析断裂的波状弯曲与工业矿体空间的分布关系颇为重要。西山金矿床的主要矿体多赋存在以上盘为基准的波峰部位,即断裂上盘的凹兜部位,波谷部位一般矿化较差。在剖面上也存在着波状弯曲的变化,断裂破碎带的宽度亦呈现膨缩变化。这些部位在构造活动中多次叠加,易形成局部的扩容空间而有利于矿液的停积。

2.4 多次复合改造的拉张部位有利金矿化

控矿断裂总体上以压扭性为主,但在断裂的局部地段却可以呈现出明显的局部拉张。如成矿早期充填的石英脉常成波状起伏延伸,这是由于成矿过程中,断裂构造多次活动,成矿晚期断裂基本上是沿袭着老构造而发生,因而造成了明显的局部拉张。

成矿后的断裂活动主要沿袭着原来的断裂而产生压扭性滑动(以扭为主)。

3 控矿断裂的类型

从西山金矿坑道地质编录资料分析,发现西山矿床主要控矿断裂按性质可分为两类:

(1)压扭性叠加断裂:断裂在成矿前以压性、压扭性为主,成矿期叠加了扭性活动。例如 F_{108} 含矿断裂,走向 $55^{\circ}\sim 60^{\circ}$,倾向 NW,局部倾向 SE,赋存于断裂中的矿体主要为石英脉型金矿,局部为破碎蚀变岩型金矿。

压扭叠加断裂的构造—蚀变分带为:①绢英岩质断层泥(砾)带;②硅化糜棱岩—挤压片理带;③绢英质碎粒岩—构造透镜体带;④含金矿脉—局部引张带;⑤碎裂绢英岩—叠加剪切带;⑥钾化花岗岩—稀疏裂隙带。

(2)扭性叠加断裂:断裂在成矿前以扭性为主,形成扭碎裂岩,成矿期产生叠加剪切活动(如 F_{107} 及 F_{55} 断裂);又如矿床中控矿断裂局部走向的改变(由 NNE 向转为 NE 向),倾向 SE 或 NW。

扭性叠加断裂的构造—蚀变综合分带为:①硅化糜棱岩—断层泥砾带;②碎裂绢英岩—叠加剪裂带;③碎裂状钾化花岗岩—密集劈理带;④钾化花岗岩—稀疏剪裂带。

控矿断裂基本上具有等间距分布特征,亦具有分支复合、狭缩膨胀的特点。

4 矿(化)体地质特征

西山金矿床的矿化类型以充填石英脉型及蚀变岩型为主,特别是石英脉型规模大(近地表)、分布普遍。地质特征较为明显的当属 55 号矿脉、107 号矿脉和 108 号矿脉,这 3 条矿脉在西山矿床具有代表性。

55 号矿脉展布于西山矿床的最南部,108 号矿脉位于 55 号矿脉的北部,二者相距 $50\sim 120$ m,107 号矿脉位于 108 号矿脉北侧 $190\sim 200$ m 处(在这两条矿脉之间赋存有 96 号和 98 号矿脉)。上述 3 条矿脉是西山金矿床矿脉中规模最大的。

(1) 55 号矿脉在 -185 m 中段,已揭露长度为 310 m;在 -145 m 中段,控制长度 170 m。矿脉在 672—682 勘探线区间,其走向为 $30^{\circ}\sim 35^{\circ}$;在 682—

688 勘探线区间,矿脉走向转为 50° ,倾向 NW,倾角 $50^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 。矿体厚度在 $0.4\sim 1.50$ m,平均厚度 0.94 m。含金品位极不均匀,工业矿体在整体上是不连续的,在平面和剖面上均呈不连续的透镜体状分布。该矿脉的产状、规模与断裂基本一致。

(2) 107 号矿脉是西山金矿床揭露最完整、最具规模的矿脉。矿脉由 107 号矿脉、107 支 1 号矿脉及 98 号矿脉组成。-185 m 中段揭露长度超过 640 m; -145 m 中段的矿脉长度控制 750 m。矿脉走向 $50^{\circ}\sim 60^{\circ}$,倾向 NW 或 SE,倾角 $62^{\circ}\sim 82^{\circ}$ 。矿体厚度 $0.3\sim 1.60$ m,平均 0.83 m,金品位极不均匀,金矿体呈脉状透镜体产出。在平面上 98 号矿脉与 107 号矿脉是在 660—672 勘探线复合在一起的,而在垂直方向上是在 -120 m 标高复合在一起的,在这个区间出现一个宽大的断裂构造破碎带,其中产有黄铁绢英岩或绢英岩;在 672 号勘探线以北开始分支,呈“叉”状分布,该矿脉具有典型的分支复合、狭缩膨胀的特点。

(3) 108 号矿脉的规模较之 55 号矿脉略大, -185 m 中段已揭露长度为 420 m;在 -145 m 中段已控制其长度 520 m。该矿脉的构成较之其他矿脉复杂得多,它是由 7 条矿(化)脉体组成的,在平面上组成了 6 个“Y”字形,均含有工业矿体,是本矿床最为典型的金矿脉。矿脉走向 55° ,倾向 NW,倾角 $74^{\circ}\sim 84^{\circ}$ 。矿体厚度 $0.3\sim 1.58$ m,平均厚度 0.52 m,金品位分布极不均匀。在走向上和倾向上金矿体呈不连续的透镜体状,矿脉在分支复合处的宽度变得宽大;矿脉产状随着断裂的产状变化而变化(图 2)。

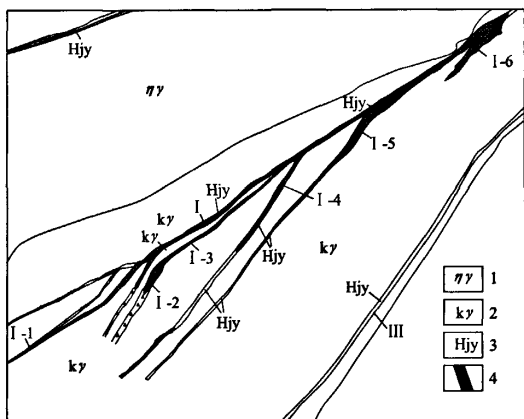


图 2 -185 m 中段 108(I) 号脉南部的平面图

Fig. 2 Plan of southern part of Vein 108 at -185m level
1. 二长花岗岩 2. 钾化花岗岩 3. 黄铁绢英岩 4. 金矿体

5 断裂控矿分析

控矿断裂在成矿前已经形成,在成矿过程中发展演化,成矿后又有活动,根据各种构造形迹所反映的不同力学性质,断裂与矿化、蚀变及岩脉的时间关

系可划分为 3 期 7 个阶段(表 1):

5.1 成矿前断裂的控矿作用

断裂在成矿前的活动多表现为压性和压扭性,在成矿期的构造叠加中产生局部拉张,成为矿脉充填的有利条件。成矿前所形成的断裂,无论是力学性质如何,均有较大的延长和延深,这对评价本矿床深部远景有着重要的意义。

表 1 西山矿床主要含矿断裂活动与矿化过程关系表
Table 1 Activity of the ore-host structure VS mineralization in Xishan gold deposit

期次	构造活动		围岩蚀变		成矿作用		脉岩活动	
	性质	强度	类型	强度	阶段	强度	类型	强度
成矿前	I 剪性、压剪性	强	钾化、硅化	中				
成矿期	II ₁ 平移为主	强	硅化、绢云母化	强	少量黄铁矿—乳白色石英阶段	中	早期:闪长玢岩、煌斑岩	弱
	II ₂ 旋扭活动	强	黄铁绢英岩化、绿泥石化	中	灰色石英黄铁矿阶段	强	中期:闪长玢岩、煌斑岩	强
	II ₃ 正断为主	中	绿泥石化、黄铁矿化	弱	多金属硫化物阶段	中		
	II ₄ 旋扭活动	弱	黄铁矿化、碳酸盐化	中	碳酸盐阶段	弱		
成矿后	III ₁ 剪压性	强	铁锰碳酸盐化	弱				
	III ₂ 剪压性、剪性	中					晚期:煌斑岩、辉绿岩	

矿床主要含矿断裂中的构造岩大都经历了破碎→蚀变、矿化→再破碎(→叠加矿化)的过程。在断裂破碎带的部分地段还保存有已为热液蚀变重新固结的成矿前断层和清晰的断层面,它们由于断裂活动性质的改变而未受到再次破碎,在断裂中可见成矿前形成的构造透镜体和挤压片理,沿挤压透镜体的轴面节理及边缘裂隙面有石英、黄铁矿细脉穿插充填。断裂中发育碎裂岩及部分糜棱岩,其中还可见石英—黄铁矿细脉沿两组共轭剪裂隙产出,形成破碎带硫化物网脉型矿体,显示了断裂具有多次活动叠加的特点。

5.2 成矿期构造活动特点及控矿作用

(1)主要含矿断裂在成矿期产生多次叠加剪切活动,促使含矿热液间歇性脉动就位,造成多阶段的矿化叠加。含矿断裂叠加活动强烈的部位,岩石较为破碎,利于含矿热液交代充填,亦是不同阶段热液蚀变和矿化叠加的有利部位。

(2)与 4 个矿化阶段相应的 4 次构造活动,性质上虽然都为以扭性为主,但又具有一定差异。其中 1,4 阶段以压扭性为主,2,3 阶段以张扭性为主。在张性特征明显的 2,3 阶段矿化强度高,大量的黄铁矿和多金属硫化物交代充填,形成主要的工业矿体。

(3)成矿期构造活动以继承性为主,表现各阶段产物的多次叠加,但也有大量规模较小的新生裂隙产生。其产生的时间以活动性较强的 1,2 阶段为

主,其性质多为张扭性,控制了一批小型的石英脉和黄铁矿脉。

(4)成矿期的 4 次构造脉动性活动是能量的集中和释放的间歇性和周期性的表现,而脉动的总趋势是构造活动强度逐渐减弱,相应各阶段的蚀变和矿化的发育程度也逐渐减弱。

5.3 有利成矿的构造部位

西山矿床的金矿体均严格受断裂控制,工业矿化地段(特别是富矿体)往往只断续出现于断裂的一定部位,与有利的构造圈闭相适应。矿床中有利的成矿构造圈闭主要下列几种:

(1)断层面波状起伏的波峰部位。在 NEE 向压剪复合断裂中,断层面的波状起伏在平、剖面均表现明显,只不过剖面上的波状起伏受开采深度的限制揭露不完全而已。西山矿床主要出现在波峰部位(平面上的凸部、剖面上的陡部),形成机制在于主成矿期(II₂)断层面上盘左行下落,II₃期近于正断层性质,波峰部位均发生局部拉张,形成有利于 2,3 阶段矿液充填的构造圈闭,55 号矿脉和 108 号矿脉都受到断层波状起伏的波峰控制。

(2)“y”字形断裂构造的交汇部位或断裂分支复合部位。包括同期或不同期次、不同级别的构造交叉复合部位,常见次级断裂和主干断裂在平、剖面上构成“y”字形。在主干断裂反向复活时,在交汇部位极易局部拉张形成有利的成矿构造圈闭。特别在产

状多变的压性和压剪性断裂中,这种“y”字形构造的分支断裂常沿波峰一侧的一组裂隙发育,因而,“y”型构造的交汇部位往往与波状起伏的波峰相重合,并联合控矿。所形成的矿体在平、剖面上延伸均较大。最典型的当属 107 号矿脉与 98 号矿脉的交汇部位;还有 108 号矿脉在与多条分支复合交汇的部位,这些部位也正是断层面波状起伏的波峰位置,二者联合控制了规模大、品位高的金矿体。

(3) 两组断裂的“X”形交叉部位。该类型包括两种情况:①NEE 向和 NE 向断裂呈“X”型交叉,在交叉部位岩性破碎,裂隙发育,而在交叉点周围的岩石则相对完整、构造紧闭,形成有利的成矿构造圈闭,如 108 号矿脉(走向 $50^{\circ}\sim 55^{\circ}$)与其他分支断裂(走向 30°)的交汇部位形成了厚而富的金矿体;②同一断裂内成矿前的两组剪性构造在成矿期构造活动时被复合追踪,在其交叉转折部位形成有利的成矿构造圈闭。

5.4 矿化富集规律

(1) 108 号矿脉。F₁₀₈ 断裂的产状和构造性质有如下特点:当断裂走向 $60^{\circ}\sim 65^{\circ}$,倾向 $320^{\circ}\sim 350^{\circ}$ 时,断裂呈拉张性质;当断裂走向 $50^{\circ}\sim 55^{\circ}$,倾向 $310^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 时,断裂为压扭性特征。根据观察,控制 108 号矿脉的断裂在剖面上有陡缓变化,产状变陡处表现为局部引张,早期矿体较厚,成矿过程中其破碎率较低,产状变缓部位表现压扭性特征,早期石英英脉连续性差,成矿时石英英脉破碎率较高。

(2) 55 号矿脉。从 F₅₅ 断裂的断层面上所示的斜冲擦痕推断,断层的北西盘向东北方向斜冲,由此造成波状结构面由北西向南东方向排列,使得矿体出现相应的侧伏规律,其侧伏角度 $55^{\circ}\sim 60^{\circ}$ (图 3)。

5.5 矿化强度

矿化强度是反映矿体变化的重要指标,而矿化强度变化规律则又能反映矿体的矿化规律。从 55

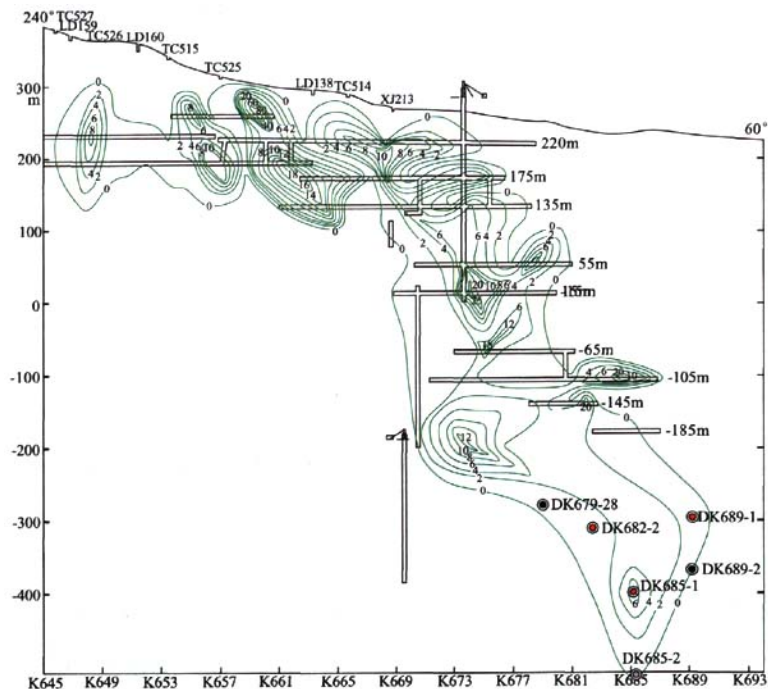


图 3 55 号矿脉品位等值线图

Fig. 3 Ore grade contour of Vein 55

号矿脉和 108 号矿脉 8 个水平中段的矿化分布特征可以看出:①矿体的厚度与品位乘积随深度增加逐渐降低;②矿化强度指数从 +270 m 中段向下幅度变小,呈缓慢下降趋势,表现出一定的稳定性;③至 -185 m 中段矿化强度没有中断迹象,说明向深部延伸的一定空间内还会有金的矿化富集带存在。

6 结论

西山金矿床各矿体严格受 NE 向压扭性断裂控制,同生构造是主要矿体的赋存空间,无论是矿体还是断裂均显示为膨大缩小、尖灭再现、分支复合、斜列、侧伏等规律;矿化强度自上而下没有出现明显降低的趋势,而是表现为缓慢下降,说明了深部矿化还将有一定的延续。因此,西山金矿床的构造控矿标志明显,预测其深部还具有一定的找矿潜力。

参考文献:

- [1] 徐金芳,沈步云. 胶北地块与金矿有关的花岗岩类研究[J]. 山东地质, 1989, 5(2): 1-125.

- [2] 韦永福,孙培基. 中国金矿区域成矿地质背景[J]. 黄金地质, 1995,1(3):1-7.
- [3] 杨士望,侯建琪,郭百创. 胶东半岛东部金矿地质[M]. 青岛:海洋大学出版社,1993.
- [4] 张连营,李兆龙,程敏清. 沂沭裂谷系火山岩型金矿地球化学特征及金矿成因[J]. 黄金地质,1996,2(1):46-53.
- [5] 卢冰. 胶北地体金矿成矿作用及成矿大地构造环境[M]. 南京:南京大学出版社,1992.
- [6] 吕古贤. 胶东半岛构造-岩组形式及玲珑-焦家式金矿的构造动力成岩地质特征研究[R]. 北京:中国地质科学院,1989.
- [7] 吕古贤. 胶东玲珑-焦家式金矿地质[M]. 北京:科学出版社,1993.
- [8] 杨士望. 山东胶东半岛大型-特大型金矿床形成地质条件、成矿规律及找矿方向(科研报告)[R]. 济南:中国冶金地质总局山东局,1993.
- [9] 姚风良,刘连登. 胶东西北部脉状金矿[M]. 长春:吉林科学技术出版社,1990.
- [10] 赵冬冬,黄吉友,金刚. 胶东半岛金矿控矿构造特点浅析[J]. 地质找矿论丛,2008,23(2):125-129.

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND STRUCTURAL PATTERN IN NORTHEAST PART OF THE LINGLONG XISHAN GOLD DEPOSIT

KONG Xiang-qin, CHEN Chang-yan, DENG Zhi-ping, HUANG Ji-you

(Longkou Jinfeng Co. Ltd., Longkou 265719, Shangdong, China)

Abstract: Ore bodies of the Linglong Xishan (West mountain) gold deposit are strictly controlled by NE compresso-shear fault. Spatially, they occur mainly in the syngenetic structure. Both of the ore bodies and the fault all show patterns of swelling and shrinkage, pinching out and reappearing, branching and convergence, en echelon distribution and plunging. From top to depth mineralization is not abruptly weakened but gradually suggesting that a certain mineralization extension to depth is possible. Therefore, we predict that it is potential to depth according to the evident structural control pattern.

Key Words: Linglong gold ore field; northeast part of the Linglong Xishan (West Mountain) gold deposit; ore control fracture; metallogenic pattern; ore location pattern; the 2nd enrichment zone