

期为元古宙震旦期花岗岩,与胶东岩群呈侵入接触,局部呈渐变过渡关系;另一期为中生代燕山期花岗质岩石,有的研究结果认为其为成矿母岩^[1]。前者属玲珑超单元崔召单元,后者属郭家岭超单元上庄单元,二者为侵入接触关系。焦家主构造带沿玲珑超单元与郭家岭超单元的接触带延展。

1.3 构造

本区构造以断裂为主,可分为 EW 向构造、早新华夏系、晚新华夏系和 NNW 向构造。

EW 向构造为基底复式背斜褶断带,是本区的主要控岩构造。早新华夏系是在近 EW 向压应力作用下,局部有限迁就复合 EW 向韧性剪切带或断裂而形成的 NNE 向“S”形断裂裂隙系统,是区内主要控矿构造,其主干断裂在区内自西向东为三山岛断裂、黄县-掖县断裂和招远-平度断裂。晚新华夏系是燕山晚期形成的叠加于早新华夏系之上的 NNE 向线形断裂系统,为矿后构造,其在区内主要有玲珑断裂、栾家河断裂等。NNW 向断裂发生于新华夏系之后,属左行张扭性质,区内主要有张星-大秦家断裂、三元-陈家断裂等。金矿床严格受早新华夏系控制。

现仅以新城金矿床为例,探讨焦家构造带对区内金矿床的控制作用。

2 矿床地质特征

区内地层主要为第四系(冲积、残坡积物)和胶东岩群(以残留体形式分布于黑云母花岗岩中)。

焦家主构造带是矿区主要构造,也是控、容矿断裂,其在矿区内出露宽数百米,走向 NE40°,倾向 NW,平均倾角 29°,略呈向 NW 突出的弧形。沿走向和倾向皆呈开阔的舒缓波状变化。断裂有连续的主裂面,可见有厚约数十厘米黑白相间且稳定展布的断层泥,各构造岩以其为中心呈对称带状分布,依次为糜棱岩、绢英岩(黄铁绢英岩)、绢英岩化(黄铁绢英岩化)碎裂岩、绢英岩化(黄铁绢英岩化)花岗质碎裂岩、红化(钾化、黄铁矿化)花岗岩等,蚀变强烈者构成工业矿体。

矿区广布玲珑超单元崔召单元之黑云母花岗岩,主构造带下盘则见郭家岭超单元上庄单元花岗闪长岩。二者呈侵入接触关系。

矿体产于主裂面下盘,呈宽大的脉状、斜柱状及饼状(图 2)。共探明四个工业矿体,其中 1 号矿体为主要矿体,其紧贴焦家主构造的下盘产出,矿体长 300m ±,已探明垂深 600 余米(未见底),平均厚度 7.7m,平均品位 8.18×10^{-6} ,在垂直纵投影图上以 45°角向 SW 侧伏。

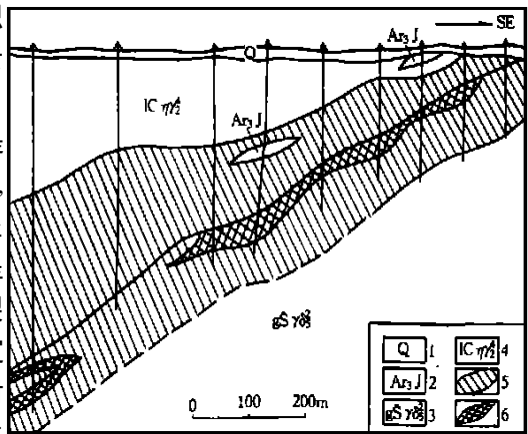


图 2 新城金矿床矿体剖面图

Fig. 2 Orebody profile of Xincheng gold deposit

1—第四系;2—胶东岩群;3—上庄单元;4—崔召单元;5—蚀变带;6—金矿体

3 焦家构造带地质特征

焦家构造带是该区的主控矿构造,位于黄县-掖县弧形断裂的中段,北起新城金矿,南至朱桥,长约 10 余公里,宽 1000~1500m,走向 NE10~40°,倾向 NW,倾角 30~70°。系由焦家主干断裂(宽 100~200m)和望儿山等支断裂所组成,在平面上构成向 NE 交汇的“人”字型构造,由于前者倾角较缓,后者倾角较陡,所以在剖面上呈倒“y”字型。在主干断裂与次级断裂之间,发育有更低级别的断裂和裂隙构造(如望儿山、河西、侯家断裂及侯西 NWW 向构造带等)。

3.1 几何学特征

(1) 焦家主构造带在新城金矿平均走向 NE40°。向北分为两支:一支仍沿原趋势向 NE 延伸 10 余公里;另一支逐渐向 E 偏转远达黄县,转为 EW 向。由新城向 SW 延伸,在新城金矿南转为 NE30°,到东季金矿转为 NE10°,到焦家金矿转回 NE30°。因此,构造带走向并非一条直线,而是在 SN 至 NE 向范围内(夹角 10~40°)呈转折追踪状。

(2) 侯家构造带位于焦家主构造带下盘,倾角略陡(40°±);平面亦呈向 NW 突出的弧形,南端在红布金矿北部与河西构造带中段交汇,地表距焦家主构造带 500m±、向 NE 延伸相距渐远,即走向方位角略大于焦家主构造带。

(3) 河西构造带亦位于焦家主构造带下盘。中段走向 NEE,倾角 47°。平面呈反“S”型,南端在东季金矿与焦家构造带交汇;北端转为 NE 向后渐行消失。

(4) 望儿山构造带在焦家主构造带东 1.5km,基本平行焦家主构造带展布,向南追踪 SN 向断裂构造延伸。

3.2 构造岩特征

(1) 焦家主构造带构造岩特征前已述及。其次级构造带构造岩特征与其基本相似,只是断层泥的厚薄、构造蚀变岩的发育程度和分带的完整性有所差异而已。

(2) 侯家构造带没有稳定连续的断层面发育,主要由构造蚀变岩组成。

(3) 河西构造带虽与侯家构造带相邻且交汇,但构造蚀变岩较其发育,与焦家主构造带的构造岩特征相似。

(4) 望儿山构造带的构造岩特征与焦家主构造带亦基本相同,此不赘述。

3.3 运动学特征

焦家主构造带在剖面上具有上盘下降,平面上具“右行”扭动的特征(图 3):

(1) 地貌上西(上盘)低东高,沿构造带有断坎出现。

(2) 上盘新生代沉积物厚度较大,向 NE 追踪在黄县一带还沉积了具有一定厚度的古近纪(早第三纪)地层,可见焦家主构造带西北盘沉降幅度具有北大南小的特点。

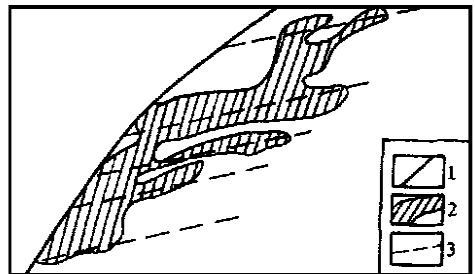


图 3 新城金矿 - 70m 号矿体平面示意图
Fig.3 Planer diagram of orebody in
- 70m of Xincheng gold deposit
1—焦家主构造带;2—金矿体;3—容矿构造

(3) 焦家主构造带上具有明显的上盘向 NNW 向斜落的擦痕。

(4) 矿体被焦家主断层切割后,其上盘的矿体亦向 NNW 向斜落,新城金矿 号矿体即为 号矿体被错移的部分。

(5) 成片的太古宙残留地层只出现在上盘。

(6) NNE 向主容矿构造形成的小矿体呈雁列状沿 NE 或 NEE 向展布。

4 焦家构造带构造应力场分析

4.1 成矿期前的构造应力场

据焦家构造带的产状、构造岩特点及对岩浆岩岩体的控制作用等反映的信息,已有诸多研究资料认为,焦家构造带属于新华夏系沂沭断裂的次级构造。其成矿期前的构造应力场应与沂沭断裂基本一致,表现为“左行”剪切(图 4),最大主应力为 NW—SE 向;最小主应力为 NE—SW 向。

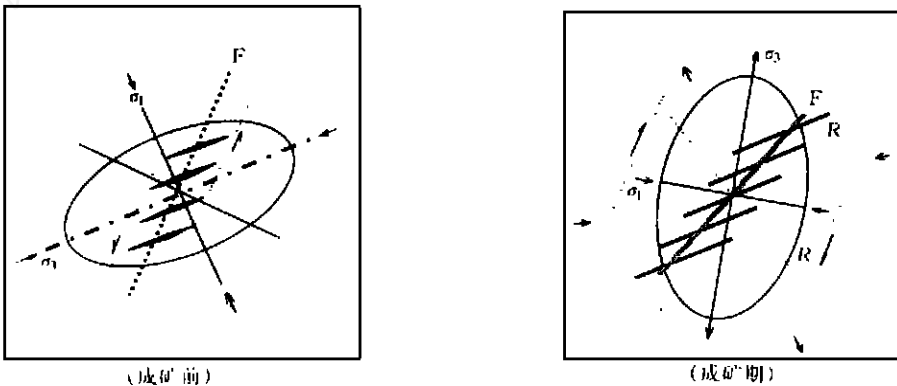


图 4 成矿前和成矿期的构造应力场分析

Fig. 4 Tectonic stress field analysis before and in ore-forming period

4.2 成矿期的构造应力场

参考有关羽裂、雁列裂隙构造研究资料^[2,3,4],新城等金矿床雁列矿体特征说明 NEE 向主容矿构造为张扭性构造,矿床成矿期的构造应力场应当表现为“右行”剪切(图 4);最大主应力(压应力)为 NWW—SEE 向,最小主应力(伸张应力)为 NNE—SSW 向。区域构造应力场为 NEE—SSW 向挤压,NNW—SSE 向引张。

4.3 成矿期后的构造应力场

在新城、焦家、马塘等金矿床皆可见到焦家主断层切错矿体的现象,表现为断层上下盘都贴有金矿矿体,矿体形态在与断层直接接触处明显不协调等现象。可见焦家主断层为成矿期后构造活动的形迹^[5]。从其两盘和其断层面上运动学等特征可推断,成矿期构造应力场延续到了成矿期后。

再后区内的 NW 向断裂切错矿体,具有左行扭动兼张性特征。新城金矿地应力测量结果表明:矿区内最大主应力为 NWW—SEE 向,次主应力为 NNE—SSW 向,最小主应力

倾角与重力方向接近。这说明,成矿后甚至现今的应力场基本是成矿期应力场的延续,只是由于上覆岩石的剥蚀减压,次主应力才与最小主应力发生了换位。

4.4 构造应力场演化特点

已有的研究资料认为,中国东部新华夏系中生代以来主要构造运动有三大时期^[1]: 中侏罗世末—白垩纪早期,受 SE—NW 向挤压,主要表现为 NE—NNE 向断裂的大幅度左行扭动,即前述成矿前构造活动;晚白垩世末—古近纪(早第三纪),由 SE—NW 向挤压转变为该方向的引张,形成 NE—NEE 向的隆起带和沉降带,并引起岩浆岩的上侵,本区主要表现在郭家岭花岗岩体的侵入和三山岛一带出现具规则右行斜列的 NEE 向海岸线以及黄县、莱州大原等地沉降并沉积的古近纪(早第三纪)地层等方面;新近纪(晚第三纪)—第四纪时期,受 NEE—SWW 向水平挤压和 NNW—SSE 向的水平引张,致使此前形成的新华夏系构造出现右行扭动。焦家等构造带上的金矿矿床所普遍表现的雁行侧列和侧伏规律等右行扭动特征,与此应有一定的联系。

5 问题讨论

5.1 构造应力场与矿体侧伏规律

胶东地区金矿床矿体都表现出明显的侧伏规律^[6]:在 NW 向倾斜构造带中的矿体普遍向 SW 侧伏;在 SE 向倾斜构造带中的矿体普遍向 NE 侧伏。这是因为它们受控于统一的构造应力场。

由图 5 可知:当 NE 向控矿构造带倾向 NW 时,NEE 向主容矿构造面(倾角不小于构造带倾角时)和 NE 向构造带的交线(OA)与 NE 方向呈锐角相交,在纵投影面上的投影(OA')倾向 SW,即向 SW 侧伏。当 NE 向构造带倾向 SE 时,NEE 向主容矿构造面(倾角不小于构造带倾角时)和 NE 向构造带的交线(OB)与 SW 方向呈锐角相交,在纵投影面上的投影(OB')倾向 NE,即向 NE 侧伏。构造带投影面与 NEE 向构造投影面的交线实质体现的是中间主应力轴的方向和倾角。

5.2 侯西向构造及矿化

在新城金矿南至东季金矿间的焦家构造带与东侧侯家构造带之间的地块内夹有走向 NWW、倾向 NNE、倾角较缓(25~30°),等距分布且规模不大的断裂构造,简称之“侯西向构造带”。该构造带亦有断层面发育,夹有几毫米至几厘米的灰白色断层泥。构造面两侧岩石有弱的蚀变。新城金矿曾据此预测侯家、河西村村东有成矿可能,经河西金矿床开发证实,侯西向构造是焦家构造带的派生容矿构造之一,其形成与所在地块的特殊位置密切相关,成生过程推测如下(图 6):

图 6-A 中之“新金南”地块(XC)为受到东侧焦家主构造(f_1)和西侧河西构造(f_2)边界条件限制的楔形地块。由于焦家构造带右行扭动幅度受从北向南、从西向东差异性应

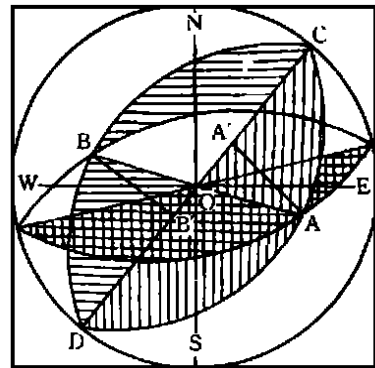


图 5 矿体侧伏规律赤平投影图

Fig. 5 Stereogram of orebody lateral extension rule

CAD—新城金矿构造带及矿体;

CBD—三山岛金矿构造带及矿体

力的影响,因而该地块相对两侧地块向 SW 运动,即楔入。其结果是该地块的 NE—SW 向表现为最大主压应力 σ_1 ,NW—SE 向挤压应力增强成为次主应力 σ_2 (图 6-B₁);接近重力方向的应力成为最小主应力 σ_3 ,进而形成 NWW 向“侯西向构造带”(f 和相伴的平缓张裂)(图 6-B₂)。

随着时间的推移右行扭动减弱,NE—SW 向楔入作用消失。NE—SW 向最大主应力 σ_1 由挤压转变为最小主应力 σ_3 ,而 σ_2 增强为最大主应力 σ_1 。沿侯西向构造形成 NW 向或近 EW 向的张扭性裂隙。

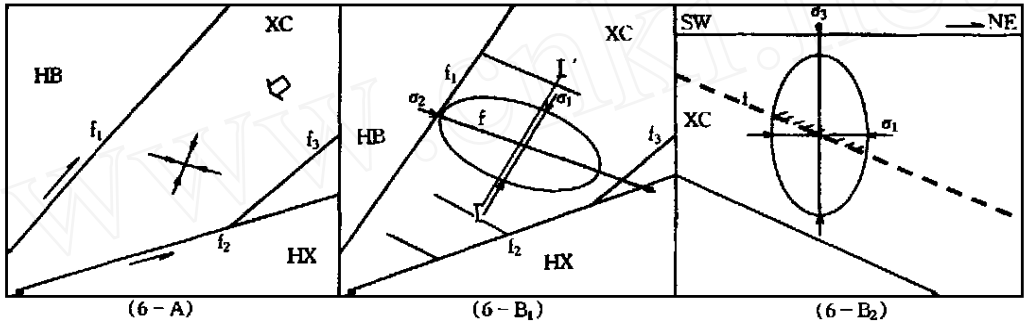


图 6 侯西向构造成生示意图

Fig. 6 Diagram of tectonic forming in Houxi trend

5.3 金矿化与蚀变

从新城、焦家等金矿的矿体特征来看,焦家式金矿矿化展布和强度都受到构造裂隙控制^[3]。在新城金矿,矿体切穿了蚀变岩分带并多处发现有强绢英岩化,但金矿化却不发育,这说明金矿矿化晚于绢英岩化蚀变。根据这一现象,1986 年曾推测界河金矿已开发区段的下盘仍有工业矿体存在,现已被探采工程所证实。所以,今后该区的找矿工作,应重视容矿构造产状的研究,而不要被蚀变岩分带所局限。

5.4 成矿时代

该区金矿的成矿时代一般认为属燕山期产物,其主要依据是各种绝对年龄测试数据。由于测试样品多来自金矿围岩或“蚀变围岩”,测试结果反映的应是燕山期郭家岭花岗岩和蚀变岩的成生年龄,因此将其作为金矿成矿时代的下限较为合理。但从焦家金矿带及其附近金矿床所显示的一系列右行扭动特征来看,则表明其受控于一个统一的构造应力场,即受喜马拉雅期构造应力场控制,因此焦家式金矿的成矿时代还有待探讨。

参考文献:

- [1] 环文林. 中国东部及邻区中生代构造演化与太平洋板块运动[J]. 地质科学, 1982, (2): 197 - 189.
- [2] 黄培华, 等. 地震地质学基础[M]. 北京: 地质出版社, 1982, 184 - 189.
- [3] 邓超东, 等. 剪切破裂带的特征及其形成条件[J]. 地质科学, 1966, (3): 225 - 234.
- [4] 金汉平. 地质力学中的断裂问题[A]. 地质力学论丛, 第 5 号[C]. 1979, 38 - 41.
- [5] 陈光远, 等. 胶东金矿成因矿物学与找矿[M]. 重庆: 重庆出版社, 1989, 218 - 219.
- [6] 姚凤良, 等. 胶东西北部脉状金矿[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1990, 181 - 186.

(下转第 47 页)

参考文献:

[1] 任觉世. 工业矿产资源开发利用手册[M]. 武汉: 武汉工业大学出版社, 1993.

Asbest Types and Its Physical and Chemical Properties in Changle, Shandong Province

LI Hong - kui¹, WANG Song - tao¹, LIU Han - jun¹, WANG Li - fa¹, YANG Jian - min²

(1. No. 4 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong, Weifang 261021, China; 2. Jiaozhou Land Bureau, Shandong, Jiaozhou 266300, China)

Abstract: Changle asbest occurred in amphibole - sanidine which belongs to sanidine asbest type and anthophylline asbest type of asbestinite. Its fiber lengths generally are 0.7 ~ 5.5 mm. The asbest can hardly be corroded by alkali, and it possesses good properties such as acid proof, heat resisting and conductivity.

Key words: Asbest deposit; physical and chemical property; Changle in Shandong province

(上接第 42 页)

Study on Mineralization Control of Jiaojia Faults

LI Jun - ying

(Xincheng Gold Mine of Shandong, Shandong, Laizhou 261441, China)

Abstract: Basic geological characteristics of Xincheng gold deposit and Jiaojia faults have been briefly stated. Tectonic stress field before and after mineralization, extension rule, formation of mineralization belt in NWW trend, and ore - forming period in Jiaojia faults discussed.

Key words: Xincheng gold deposit; Jiaojia - type gold deposit; Jiaojia fault; orebody lateral extension rule; Laizhou in Shandong province