

# 山东灵雀山金矿控矿构造特征及演化模式

周春生<sup>1</sup>,张继武<sup>2</sup>,白 岩<sup>3</sup>,孙 黎<sup>3</sup>,范思琦<sup>3</sup>,王 帅<sup>1</sup>,冷坤鹏<sup>1</sup>

(1. 招金矿业股份有限公司夏甸金矿; 2 长春黄金研究院; 3 吉林大学)

**摘要:**灵雀山金矿虽为分布在变质岩区的石英脉型金矿床,但基于控矿构造类型、低序次构造成矿特征、控矿构造与脉岩岩浆活动关系、控矿构造最佳部位的确定等,表明灵雀山金矿床主要受 NNE、NW 和近 EW 向脆性构造控制,属中生代构造-岩浆-成矿作用的产物,与区域地壳演化相一致。

**关键词:**控矿构造;演化模式;灵雀山金矿;山东招远

中图分类号: P618.51      文献标识码: B      文章编号: 1001-1277(2007)03-0011-04

山东招远灵雀山金矿属招远—平度断裂带上盘变质岩区石英脉型金矿,前人对该区控矿构造多注重太古代—元古代韧性和脆韧性构造的研究<sup>[1,2]</sup>,而真正直接起控矿作用的燕山期脆性构造却较少系统化论述。由此,对灵雀山金矿带脆性控矿构造具体特征、形成与演化进行探讨,以指导矿区深部和外围成矿预测。

## 1 成矿构造背景

灵雀山金矿区位于招平断裂带东 2~2 km,约 10 km<sup>2</sup> 变质杂岩区内。属低丘陵山区,一般海拔 120~153 m,最高达 185 m。大地构造位置属滨太平洋成矿带西部,位于胶东西北部隆起,栖霞复背斜南翼近轴部,为太古宇—元古宇绿岩带发育区,中—新生代活动的大陆边缘带,是构造作用、变质作用、岩浆作用和成矿作用频繁继承活动地带,这一特定的大地构造环境为金成矿提供了重要条件(见图 1)。

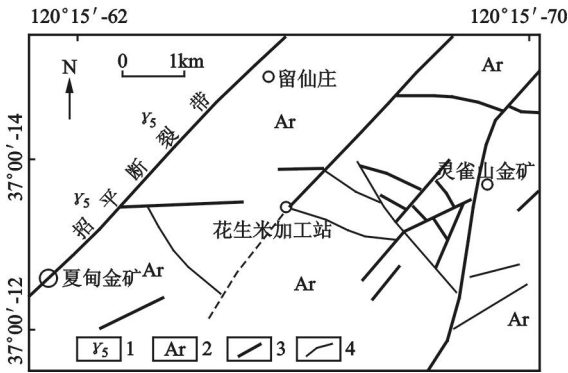


图 1 灵雀山金矿床地质简图

(引自山东招远黄金地质队及 五二四部队, 1993 并修编)

1—中生代花岗岩 2—太古宙胶东群 3—断层 4—地层界线

## 2 控矿构造类型及力学性质

依据控矿构造展布方向和形成规模不同,将控矿构造又进一步划分为 NNE 向、NEE—EW 向和 NW 向 3 种类型(见图 1、表 1)。

### 2.1 NNE 向控矿构造

NNE 向构造主要分布于高山洼—灵雀山一带,贯穿整个工作区,由灵雀山向北呈分支状展布于高山洼东西两侧,西侧分支断裂经由下庄—高山洼,主体倾向 SEE,倾角介于 55°~75°之间。与东侧分支断裂相平行出露高山洼—大庄子断裂,延伸至少 4.5 km,在不同地段上既倾向于 SE 又倾向于 NW,倾角介于 60°~80°之间。尽管 NNE 向构造有相当规模分布,但真正容矿仅在局部地段(A3、A11 地质点),矿化石英脉细而窄(0.1~0.25 m),最长不超过 27 m,延伸透镜状断续不稳定(见图 2)。无论规模大小,还是容矿差异悬殊,从断裂呈分支状、倾向(SE 或 NW)变化较大、断面呈舒缓波状、透镜体和断层泥发育等,表明 NNE 向控矿构造主体特征显压性兼有扭性。

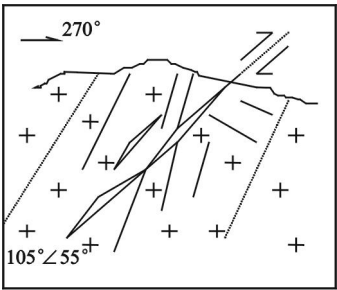


图 2 下庄 A3 点控矿断裂素描图

### 2.2 NW 向控矿构造

NW 向控矿构造规模小、出露少,从局部地段

收稿日期: 2006-10-26

作者简介:周春生(1973—),男,四川岳池人,工程师,主要从事矿山地质工作;山东省招远市夏甸镇夏甸金矿, 265418

(A20、A34)和乡民采掘情况来看,断面光滑平直,断面倾角分2组(直立及介于50°~60°之间),矿化石英脉分布短(0.5~3.5m)而窄(0.01~0.1m),总体特征显扭性兼压性。

表1 灵雀山控矿构造类型和共轭节理产状统计表

序号	点位	控矿构造类型	控矿构造产状	控矿构造共轭节理产状
1	A3	NNE	105° 55°; 右型滑动	300° 25°; 45° 65°
2	A6	NNE	275° 75°; 擦痕 245° 55°	322° 41°; 270° 39°; 310° 59°; 355° 20°; 30° 50°; 118° 66°
3	A11	NNE	105° 75°	200° 33°
4	A51	NNE	285° 70°	30° 80°; 100° 34°
5	A53	NNE	91° 80°	25° 75°; 230° 37°
6	A57	NNE	315° 60°	240° 65°; 190° 80°
7	A57	NNE	280° 60°	215° 80°; 70° 75°
8	A5	NEE—EW	160° 50°	210° 50°; 125° 40°
9	A10	NEE—EW	160° 50°	25° 60°; 225° 55°
10	A	NEE—EW	165° 76°; 右型滑动(90°; 50°)	110° 65°; 230° 65°
11	A100	NEE—EW	170° 70°	315° 70° 右型滑动; 105° 80°
12	A200	NEE—EW	150° 30°	312° 87°; 142° 89°; 182° 78°; 272° 58°
13	A54	NEE—EW	170° 80°	283° 35°; 75° 60°
14	A56	NEE—EW	330° 50°	305° 35°; 走向 110°; 倾角直立; 240° 65°; 走向 40°; 倾角直立
15	A53	NW	30° 40°	175° 74°; 90° 20°; 180° 70°; 140° 30°
16	A53	NW	走向 160°; 倾角直立	走向 80°; 倾角直立; 270° 15°
17	A53	NW	走向 150°; 倾角直立	360° 50°; 235° 70°
18	A55	NW	80° 60°	110° 80°; 205° 65°; 30° 50°; 290° 80°

2.3 NEE—EW 向控矿构造

NEE—EW 向控矿构造构成本工作区容矿构造的主体,多分布在上庄和下庄一带。倾向 S 或 SSE, 倾角介于 60°~90° 之间。控矿构造性质具张扭和压扭双重性。矿化体绝大多数具有清晰的自然边界,产于形迹醒目的 NEE—EW 向断裂系统中。含矿石英脉两侧或一侧必有断层泥、夹有细小角砾碎块、水平擦痕、构造挤压透镜、挤压片理等平行分布,表明这些矿化脉代表了早期断裂所在的位置,后期断裂沿早期断裂发生继承性活动造成有利的赋矿空间,使控矿构造显张性。但无论是平面或是剖面上,岩脉和矿体斜列、尖灭侧现呈雁行排列,说明叠加的控矿构造具有张扭性性质。当矿脉贯入到容矿构造同时,相对于围岩产生挤压和剪切力,使矿脉两侧围岩出现压扭性破碎、片理化带,又体现出控矿构造具压扭性。控矿构造具张扭和压扭双重性突出说明 2 个问题:一是产状陡倾;二是矿脉贯入力和扩张力强度较大所致。

3 低序次构造成矿特征

对于灵雀山金矿床而言,构造成矿特征与区域有所不同,主要以 NEE 或 E—W 向构造和近 S—N 构造为主(见图 3)。灵雀山金矿床不同方向矿脉是同成矿期不同构造应力场转换形成,也就是说,区域主压应力方位由 NW—SE 向,进入灵雀山金矿床则变为 E—W 向和 NNW—SSE 向。

4 控矿构造与脉岩岩浆活动关系

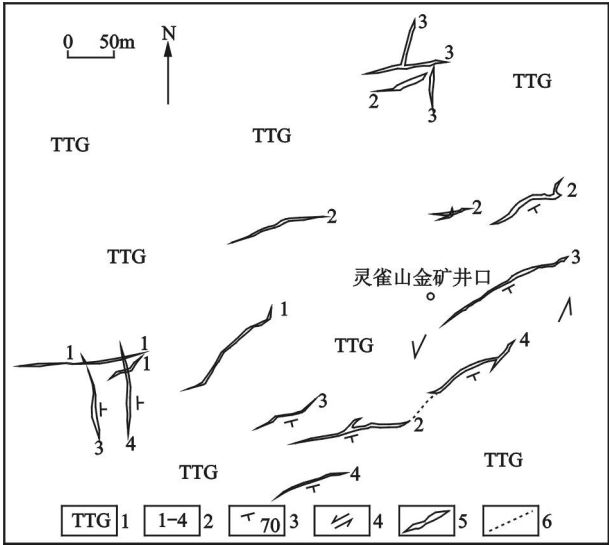


图3 灵雀山金矿床不同中段矿脉分布图

1—太古宙侵入岩系 2—矿脉中段 3—矿脉产状 4—运动方向  
5—金矿脉 6—推测金矿脉

尽管灵雀山金矿床区内外以变质岩石出露为主,但从闪长玢岩和石英正长斑岩的分布(共 20 多条,主要分布在金矿脉的两侧),各自脉岩与金矿脉相互交切关系,特别是第五、六中段燕山期花岗岩体的出露,硅化带在花岗岩体与变质岩之间发育等,都表明灵雀山金矿床的形成与燕山期岩浆和构造活动密切相关。

王培福, 穆太升, 孙忠实, 等. 招远上—下庄地区金矿控矿构造层次与成矿定位预测. 研究报告, 1998.

5 控矿构造最佳部位的确定

控矿构造最佳部位除遵循一般规律外,还有其它方面。

5.1 韧性剪切带控矿

经统计,全球大型超大型金矿床绝大部分都赋存在前寒武纪韧性剪切带之上(翟裕生,1999,2000;罗镇宽,1998)。通过地质调查,灵雀山金矿床赋存在前寒武纪不同层次韧性剪切带之上,尤其是叠加在绿片岩相韧性剪切带之上。

5.2 不同级次构造控矿

构造是金矿床形成的主要控矿因素之一。受中生代板块斜向俯冲机制的影响,黄海地体和鲁西地体分别向胶东地体俯冲,产生一系列不同层次和不同级别的控矿构造。

灵雀山金矿区的浅部和表部控矿构造层次主要是在中部控矿构造层次基础上形成和发展起来,对本矿区最有影响的是不同级别的表部控矿构造。招平断裂为一级压扭性构造控制整个金矿带的分布,郭家岭岩体和荆山群地层(绿岩)之间构造带上即是岩浆活动的顶部,又是高热能区及流体汇聚中心区。招平断裂两侧相平行的大罗家上店断裂和高山东围格庄断裂为二级控矿构造。叠加在黑云母钾质花岗岩和基性脉岩之内,以中基性脉岩为标志特征的三级近东西向(由张扭转换为压扭)构造是灵雀山金矿矿质沉淀定位的主要控矿构造。

5.3 构造应力场和界面性质转换控矿

构造级次控矿另一层含义关于构造序次与成矿之间关系的内容,实际上是讨论构造应力场和界面性质的转换问题。这是因为对于多数矿区来说,一般都具有多方位分布的矿脉,如灵雀山金矿床,矿脉展布方位有NW、SN、NNE、NE、NEE、EW等,深部含矿热液难以一次性同时向6个方位构造空间贯入,因为该6个方位的构造性质不同,只有构造应力场和界面性

质的断裂转换及拉张空间依次形成时含矿热液才能按一定顺序就位。

界面性质转换控矿另一主要证据是,在灵雀山金矿床内,几乎在每条金矿脉两侧或一侧都能见到张性构造角砾和压性的断层泥或挤压片理,此时构造界面力学性质的转换有两种功能:一是有利于形成含矿热液贯入的空间;二是构造力控制成矿元素的分布。

5.4 构造(几何)形态控矿

矿床在空间呈等距分布是灵雀山金矿构造主要特征,由SE向NW,各条NEE向矿脉间距以50m为主等距分布(见图3)。

矿床或矿体在空间呈左型或右型呈侧列分布是矿区构造普遍规律,如灵雀山金矿床二中段和四中段富矿脉的发现就是根据矿体右型侧列而预测出来的(见图3),它是判定深部隐伏矿体的主要标志之一。

交汇标志是指不同方向构造相叠加之处,它是不同级次构造(成矿域、矿带、矿田、矿床、矿体)控矿的共性,灵雀山金矿床也不例外,该矿床主要受NNE向断裂与近E—W向断裂交汇部位控制,深部富矿体主要受近EW向断裂与S—N向断裂交汇部位控制。特别是,从区域角度上,芝山—灵雀山—曹孟—崞山后近EW向金矿带与NNE向招平断裂带相交则代表着该区成矿的重要标志。显然,构造交汇标志既有利于矿体的赋存,又易使矿元素富集。

特别有意义的是,灵雀山金矿床又位于半环形放射状构造与两侧NNE向构造切线处(见图1),是深部岩浆上侵形成的局部性构造,该特征又是灵雀山金矿床首次被矿方(夏甸金矿)从理论上认可的重要标志。

6 控矿构造演化模式

NNE向招平断裂是多期次活动构造,最早可追溯到前寒武纪,控制东侧变质岩系和西侧花岗岩系的形成(见图4-1)。

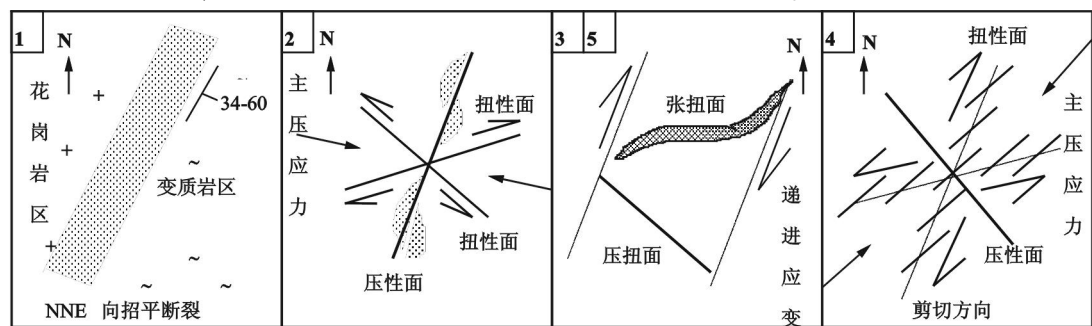


图 4 灵雀山金矿床控矿构造受力体系演化图

中生代燕山早期鲁西地体向胶北地体俯冲,使整个胶北、招远和上一下庄等地产生 NWW—SEE 向主

压应力场,形成 NEE—EW 和 NW 向两组共轭剪切、NNE 向压性断裂和 NWW—SEE 向张性断裂 (见图 4-2)。

随之压应力持续,递进应变使原 NNE 向断裂变为右型剪切,NW 向剪切变为压扭性结构面,NEE—EW 剪切变为左型斜列张扭性结构面 (见图 4-3)。

中生代燕山中期太平洋板块向欧亚大陆俯冲同时,带动胶南地体向南西滑动时,使本工作区原 NWW—SEE 向主压应力场变为 NE—SW 向。早期 NW—NWW 向张性结构面变为压性断裂,NNE 向压性断裂变为右型滑动右型斜列扭性结构面,NEE—EW 左型斜列张扭性结构面变为左型斜列左型滑动扭性结构面 (见图 4-4)。

中生代燕山晚期,持续递进应变使原 NW 向压性结构面变为压扭性断裂,NEE—EW 向左型斜列左型滑动扭性结构面又变为左型斜列张扭性结构面 (见图 4-5)。

中生代燕山期太平洋板块向欧亚大陆俯冲至上地幔,荣城—五莲构造带高温榴辉岩中金元素向胶北地体深部转移,随工作区内主压应力场更替各自结构面力学性质不断变化,使地壳深部和上地幔含金流体

沿 NNE、NW 和近 EW 向断裂贯入,依次形成 3 种控矿构造类型,但其中只有近 NEE—EW 向结构面经历过两次张扭性质的转变,更有利于含金流体的贯入构成区内金矿脉主体呈 NEE—EW 向分布。

## 7 结 语

灵雀山金矿床是目前招远—平度断裂带上盘变质岩区唯一可具开采石英脉型金矿床,它的发现拓宽了该区找矿方向。灵雀山金矿床主要受 NNE、NW 和近 EW 向脆性构造控制,控矿构造规律明显,主要有韧性剪切带控矿,不同级次构造控矿,构造应力场和界面性质转换控矿,构造 (几何)形态控矿等,属中生代构造—岩浆—成矿作用的产物,与区域地壳演化相一致。可运用地质力学压、张、扭体系进行建模和成矿预测。

### 【参考文献】

- [1] 孙胜龙. 吉林夹皮沟剪切带与金矿床形成演化关系的模拟实验 [J]. 矿床地质, 1995, 14 (1): 73~81.
- [2] 程玉明, 金昌珍, 宋群, 等. 华北地台北缘花岗岩—绿岩型金矿田及盲矿体的成矿模型 [J]. 长春地质学院学报, 1993, 23 (3): 292~298.

## Ore-controlling structure and evolutionary pattern in Lingqueshan gold deposit, Shandong province

Zhou Chunsheng<sup>1</sup>, Zhang Jiwu<sup>2</sup>, Bai Yan<sup>3</sup>, Sun Li<sup>1</sup>, Fan Siqi<sup>1</sup>, Wang Shuai<sup>1</sup>, Leng Kunpeng<sup>1</sup>

(1. Xiadian Gold Mine, Zhaojin Mining Industry Co., Ltd.;

2. Changchun Gold Research Institute; 3. Jilin University)

**Abstract:** Although Lingqueshan gold deposit is quartz vein type gold mine located in a large area of metamorphic rocks, but the ore-controlling structures, the subordinate structure metallogenic characters, the relationship between ore-controlling structures and magmatic activity and the determination of best ore-controlling position reveal that the deposit is mainly controlled by NNE, NW and near—EW ductile structures and is a Mesozoic production of structure—magnata-metallogenic activity, consistent with the crustal evolution in this district

**Keywords:** ore-controlling structure; evolutionary pattern; Lingqueshan gold deposit

(编辑:宿晓静)

## 本 刊 声 明

为适应我国信息化建设,扩大本刊及作者知识信息交流渠道,本刊已被 CNKI 中国期刊全文数据库收录,其作者文章著作权使用费与本刊稿酬一次性给付。免费提供作者文章引用统计分析资料。如作者不同意文章被收录,请在来稿时向本刊声明,本刊将做适当处理。

《黄金》杂志社