

胶东半岛金矿床控矿构造特点浅析

赵冬冬, 黄吉友, 金 刚

(中国冶金地质总局 山东正元地质资源勘查研究院, 山东 烟台 264002)

摘 要: 胶东半岛金矿床的矿体(脉)均严格受断裂构造控制, 这种控矿的脆/韧性叠加构造的显著特点是多期(次)活动的叠加, 经过了早期的韧性剪切、后期的脆性压扭性碎裂岩化、晚期的脆性张性断裂叠加 3 个阶段。脆/韧型叠加构造与按构造相划分的脆-韧性剪切带是不同的概念, 它们是性质和演化历史完全各异的两类断裂构造。金矿往往直接产于张性断裂之中, 但是在同空间中更早形成的韧性剪切带和压扭性碎裂岩则对金矿化的规模具有明显的控制作用。

关键词: 控矿构造; 金矿体; 胶东半岛

中图分类号: P612; P618.51 文献标识码: A 文章编号: 1004-1412(2008)02-0125-05

0 引言

成矿地质条件控制着矿床的形成, 它是受成矿地质环境制约的。分析成矿地质条件应以研究成矿地质环境和矿床地质特征为前提。就胶东半岛的金矿床而言, 构造条件、超浅成-浅成侵入岩条件和容矿围岩条件, 是控制金矿产出的 3 个主要地质条件。本文重点从断裂演化的角度探讨断裂构造对金矿成矿的制约作用。

胶东半岛金矿床的矿体(脉)均严格受断裂构造控制。控矿断裂构造多为不同时期、不同性质或不同类型的断裂叠加而成, 这种控矿的脆/韧性叠加构造的显著特点是多期(次)活动的叠加, 经过了早期的韧性剪切、后期的脆性压扭性碎裂岩化、晚期的脆性张性断裂叠加几个阶段。脆/韧型叠加构造与按构造相划分的脆-韧性剪切带是不同的概念, 它们是性质和演化历史完全各异的两类断裂构造。金矿往往直接产于张性断裂之中, 但是在同空间中更早形成的韧性剪切带和压扭性碎裂岩则对金矿化的规模具有明显的控制作用。

1 早期的韧性剪切带

近年来的研究认为, 焦家、新城、三山岛、南张家

等金矿床的赋矿断裂中都有一次韧性剪切变形, 但这些韧性断层是较早发生的一次变形作用, 只起到间接的控矿作用。从南张家、焦家金矿床中可以看出, 虽然金矿脉(体)产于韧性剪切带的分布范围内, 但直接控制矿体的是叠加于韧性剪切带之上的脆性断裂。

图 1 是南张家金矿床一中段韧性剪切带素描图。图中韧性剪切带的形态、产状呈树枝状, 糜棱岩带由几条主干和连接各主干的小枝组成。此外, 在糜棱岩附近有几条独立的小主干, 硫化物的细脉则产于糜棱岩的节理中, 与矿体受控叠加于韧

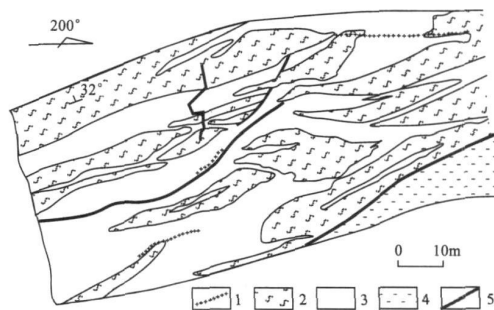


图 1 南张家金矿床韧性剪切带素描图(一中段)

Fig. 1 Sketch of ductile shear zone in Nanzhangjia Au deposit (the first level)

1. 硫化物小脉
2. 初糜棱岩
3. 糜棱岩
4. 断层泥
5. 小节理及小断裂

性剪切带上的线状脆性断裂完全一致。

韧性剪切带在矿区外围也可以经常见到,如肖古家村附近的磁山岩体采石场、黄县石板联中、与招远毗邻的莱州磨山、平度磨山等处玲珑岩体采石场均可见到在花岗岩中产出韧性变形现象。它们的共同特征是:呈树枝状产出,岩石粒度较围岩(玲珑花岗岩或磁山岩体)的明显细化,岩石的颜色较围岩为深,肉眼观察石英略具有拉长、定向特点、而黑云母的定向十分明显,呈似片麻状构造。但产于花岗岩中的韧性变形往往不是呈带状,而是呈大小不一的面状变形出现;另外从构造产状上看,与断裂构造中的韧性变形带不具相关性,明显是两期变形的产物。因此认为,玲珑(磁山)花岗岩中的韧性变形是岩体形成晚期(完全冷凝之前)受构造应力作用的产物,它们的形成时代早于控矿断裂中的韧性剪切带。

玲珑(磁山)岩体内,宽窄不一的树枝状条带,其中矿物颗粒细粒化、石英具拔丝拉长、黑云母定向分布,长石呈碎斑状产出,岩石具有程度不同的韧性变形,但从宏观上看,岩石仍为具有韧性变形的花岗岩。然而在焦家、新城、马塘、三山岛、南张家金的控

矿断裂内,组成韧性剪切带的主要为糜棱岩化花岗岩、花岗质初糜棱岩、花岗质(长英质)糜棱岩和长英质超糜棱岩,后者的变形强度明显大于前者。

2 脆性控矿断裂及碎裂岩类

胶东地区主要的破碎带蚀变岩型和石英脉型金矿的矿脉均产于前期有韧性剪切变形的脆性压扭性断裂内,断裂内早期形成的糜棱岩类普遍碎裂化。岩石的碎裂化是脆性压(扭)性变形的典型表现,招平断裂、焦家-新城断裂和三山岛断裂的碎裂岩类大都是叠加在早期韧性变形的基础上,即在花岗质初糜棱岩或花岗质糜棱岩等岩石中发生了碎裂化、碎粒化;在碎粒中有拔丝拉长的石英集合体。由此可见,本区的脆性变形作用是在韧性变形之后叠加上去的,而脆性断裂对金矿的控制作用更为直接,断裂的宏观性质多为压扭性断裂。

脆性压扭性断裂形成了碎裂岩、碎斑岩和碎粒岩等碎裂岩类。碎裂岩化叠加在糜棱化岩石之上,构成区内的脆/韧型构造岩(表 1)。

表 1 脆/韧型叠加构造岩
Table 1 Tectonite zone superimposed by ductile/brittle shearing

韧性变形岩石+ 碎裂岩	韧性变形岩石+ 碎斑岩	韧性变形岩石+ 碎粒岩
碎裂糜棱岩化花岗岩 糜棱岩化花岗质碎裂岩 碎裂花岗质初糜棱岩 碎裂花岗质(长英质)糜棱岩 碎裂长英质超糜棱岩 花岗质初糜棱岩质碎裂岩 花岗质糜棱岩质碎裂岩 长英质超糜棱岩质碎裂岩	糜棱岩化花岗质碎斑岩 花岗质初糜棱岩质碎斑岩 花岗质糜棱岩质碎斑岩 长英质超糜棱岩质碎斑岩	糜棱岩化花岗质碎粒岩 花岗质初糜棱岩质碎粒岩 花岗质(长英质)糜棱岩质碎粒岩 长英质超糜棱岩质碎粒岩

据南张家金矿床坑道观察表明,金属硫化物脉主要受脆性断裂控制。在矿体与金属硫化物细脉的走向玫瑰花图上(图 4),两者主体是重叠的,仅很少部分两者不一致。两者主体重叠,说明矿体主要是由金属硫化物细脉组成的;两者少部分走向不一致,说明组成矿体中有一些金属硫化物是受碎裂岩的微细裂隙控制。这与南张家金矿床的矿化类型为细脉-星散状是一致的,与中深网脉型(焦家式)金矿的控矿构造和矿化类型有一定的差别。中深成网脉型金矿的矿体主要受主断裂面及其分支断裂中碎裂岩的微细裂隙控制(图 2),线性脆性断裂是次要控矿构造,因而网脉-星散状为其最主要矿化类型。

新城金矿严格受主断裂面及由其影响造成的碎

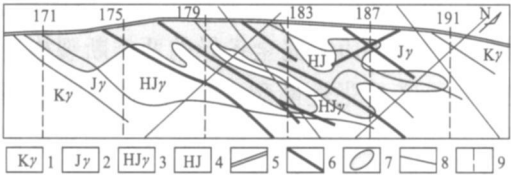


图 2 中深成脉状新城金矿-230m 中段地质图
(据新城金矿)

Fig. 2 Geological map at -230m level,
Xincheng gold mine
1. 钾化玲珑花岗岩 2. 绢英岩化玲珑花岗岩
3. 黄铁绢英岩化玲珑花岗岩 4. 黄铁绢英岩 5. 主断裂面
6. 次级断裂 7. 金矿体 8. 地质界线 9. 勘探线及编号

裂岩构造控制(图 2)。而南张家金矿床的主断裂面对矿化强度的影响远不如新城等网脉型金矿床明显。首先,矿体的金品位与主构造面的平距相关性不明显;其次,金矿体的厚度与主构造面的平距相关性也不明显(图 3)。金矿体主要位于平距主断裂面的 35~55 m 以外的地段,因此主裂面的影响不如新城等金矿床的明显。

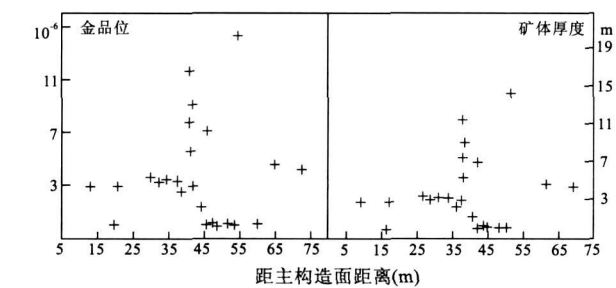


图 3 南张家金矿体与主构造面关系统计图
(据钻孔资料统计)

Fig. 3 Statistic data of the main
fault plane and ore bodies

综上,受主断裂面控制明显的网脉型金矿具有矿化强度大、以网脉-星散状矿化为主(焦家、新城等金矿床)的特点,而受主断裂面控制不明显的网脉型金矿则矿化强度较弱,并以细脉状金矿化为主、网脉-星散状矿化为辅。虽然两者都受断裂控制,但具体的控矿构造特征是有明显区别的。

3 叠加脆性张性断裂

前已述及,南张家断裂、焦家断裂、三山岛断裂,其演化历史中尚包括线形脆性断裂的叠加。笔者在南张家金矿的地质研究中,实测了脆性断裂、脉岩(一定程度也反映断裂构造)和金硫化物脉产状,见表 2。为便于对比,表中还列出按 1.5×10^{-6} 品位圈定的矿体走向统计值。

表 2 南张家金矿各地质体走向统计表
Table 2 Statistical data of the ore body's strike

类 目	中段 (测点)	270 ~ 275 85 ~ 90	85 ~ 65	35 ~ 65	15 ~ 35	345 ~ 15	315 ~ 345	295 ~ 315	275 ~ 295
断 裂	一 (151)	2 (1.32%)	2 (1.32%)	14 (9.27%)	17 (11.26%)	66 (43.72%)	44 (29.14%)	4 (2.65%)	2 (1.32%)
	二 (114)	3 (2.63%)	3 (2.63%)	20 (17.54%)	16 (14.04%)	50 (43.86%)	20 (17.54%)	1 (0.88%)	1 (0.88%)
	三 (67)	2 (2.99%)	1 (1.49%)	10 (14.93%)	12 (17.91%)	28 (41.79%)	13 (19.40%)	1 (1.49%)	0
	总体 (332)	7 (2.11%)	6 (1.81%)	44 (13.25%)	45 (13.55%)	144 (43.38%)	77 (23.19%)	6 (1.81%)	3 (0.90%)
	脉岩 总体 (64)		1 (1.56%)	17 (26.56%)	18 (28.13%)	25 (39.06%)	3 (4.69%)		
金- 硫 化 物 脉	一 (218)			11 (5.05%)	17 (7.80%)	145 (66.50%)	35 (16.06%)	10 (4.59%)	
	二 (192)		2 (1.04%)	6 (3.13%)	43 (22.40%)	127 (66.14%)	14 (7.29%)		
	三 (91)	3 (3.30%)	1 (1.10%)	7 (7.69%)	20 (21.98%)	31 (34.07%)	23 (25.27%)	6 (6.59%)	
	总体 (501)	3 (0.60%)	3 (0.60%)	24 (4.79%)	80 (15.97%)	303 (60.48%)	72 (14.37%)	16 (3.19%)	
矿 体	一 (22)			1 (4.55%)	1 (4.55%)	15 (68.18%)	5 (22.72%)		
	二 (14)				2 (14.29%)	8 (57.14%)	4 (28.57%)		
	三 (22)			4 (18.18%)	4 (18.18%)	13 (59.09%)	1 (4.55%)		
	四 (18)			1 (5.56%)	8 (44.44%)	6 (33.33%)	3 (16.67%)		
	总体 (76)			6 (7.89%)	15 (19.74%)	42 (55.26%)	13 (17.11%)		

注:断裂构造、脉岩、金-硫化物的走向为坑道实测值,矿体(按 1.5×10^{-6} 圈定)的走向是用量角器在中段地质图上的测算值。

据表 2 数值绘制了走向玫瑰花图(图 4), 其中包括一、二和三中段的断裂构造+ 金- 硫化物脉+ 矿体的走向玫瑰花图、四中段矿体走向玫瑰花图、断裂构造+ 脉岩的走向玫瑰花图和整个矿床(一、二和三中段)的金- 硫化物脉+ 矿体(一、二、三和四中段)的走向玫瑰花图。

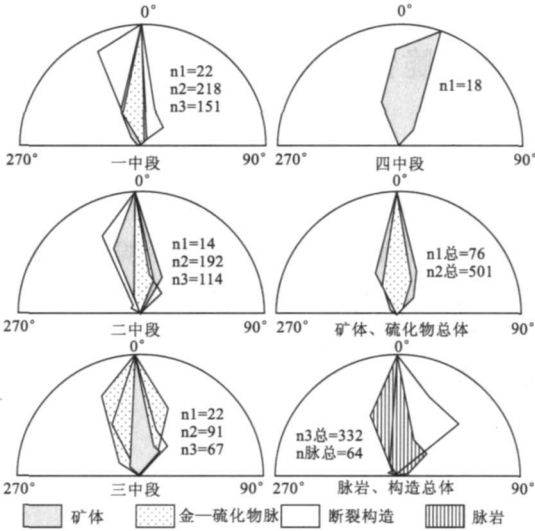


图 4 南张家金矿床走向玫瑰花图

Fig.4 Rose diagram for ore body strike

对南张家金矿各类地质体走向的统计、分析(表 2, 图 4)表明, 各类地质体的主体走向与金矿体的走向是一致的, 均为近 SN 向, 说明近 SN 向断裂是矿床的控矿构造。同时, 地质观察表明, 金- 硫化物脉体主要呈裂隙充填状产于断裂中, 而在这些脉体两侧则产出有星散状金- 硫化物, 因而可以断定, 金的产出最直接地受这类裂隙的控制。构造裂隙是含金流体发生矿质沉淀的有利场所, 而大量的裂隙往往出现在构造的松弛(张性)阶段。

过往的研究中, 人们多已注意到大中型断裂构造对金矿的控制作用, 但是大中型断裂构造的性质往往以压扭性为主, 而矿床研究则让人得出金矿脉产于张性环境的结论。对此, 一些学者认为是两期构造的叠加使然: 先是一次压(扭)性活动, 然后出现一次张(扭)性构造活动。笔者认为: 同一个断裂中先压后张的现象是同一个构造的不同时段的表现形式。因为地应力的活动是阶段性的脉动, 在同一构造旋回中, 区域构造应力场是近似一致的, 但不同阶段内应力的变化和应力活动结果是变化的。当压性结构面的地应力超过临界点, 物体就会从弹性(塑性)变形转变为脆性破裂, 而较为刚性的地质体在应

力释放之后回弹能力是有限的, 因而表现出张性破裂的特点。压力释放后的地壳应力场并未发生改变, 只不过这时的地应力达到了相对的平衡。这种状态使含矿流体得以向这些压力减小、裂隙(孔隙)发育的部位迁移, 并造成原本承压流体的物理化学状态的改变, 矿质析出并不断沉淀在这些构造空间之中。

4 脆/ 韧型叠加构造与金的成矿

总结众多学者的研究成果, 胶东地区较大规模金矿床的构造控制特点为: 主要金矿床都受区域性断裂构造的控制; 较大规模金矿的含矿构造均经历过一次韧性剪切活动, 而且这次韧性变形发生的时间明显早于脆性断裂; 区域性控矿断裂大多为压扭性质, 它是叠加于早期韧性变形之上的一次脆性断裂活动; 金矿体的形成与区域性压扭性断裂的张性阶段直接相关, 构造的张性活动提供了成矿所需的构造空间及相关条件。

以上几点是胶东地区金矿成矿的必要构造条件。同时我们在研究中还有几点粗浅的体会:

(1) 鉴于我国地质历史演化的具体情况, 一些国外文献中关于韧性剪切作用的控矿模式和成矿规律不宜机械地对比和套用。在胶东的断裂中韧性变形很常见, 这些韧性变形的时代和形成深度不能简单地套用国外的模式, 因为胶东地区的含矿断裂形成时代较新(中生代), 韧性剪切发生不久便叠加了压扭性脆性破裂, 二者的吻合度较好, 说明两种变形的时间间隔不长。另外, 目前出露的断裂中充填着许多斑状结构的脉岩, 有部分脉岩具有次火山岩的特征, 推断断裂的剥蚀深度应当小于 2 km。

(2) 文献中多将胶东控金断裂中压(扭)与张(扭)性构造岩交替作用的情况解释为地壳应力场的变化, 进而使认识进入一个误区。笔者认为压、张构造形迹是产生于同一地壳应力场下不同状态下(或者说不同时段)的产物, 这样的认识似乎更接近客观事实 因为地壳应力场是很难在短期内改变的。

(3) 研究表明, 胶东的金矿化多直接产于张性断裂(裂隙)中, 成矿时间与断裂的张性活动更为接近。然而, 胶东地区的较大规模的金矿床都具有上述 3 阶段的构造活动的特点, 所以, 与金矿床同空间的韧性剪切带和压扭性碎裂岩带的重要性在于控制金矿床的规模。

参考文献:

[1] 徐金方, 沈步云. 胶北地块与金矿有关的花岗岩类研究(专集) [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, 候建琪, 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矿床成因[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- 岩相形式及玲珑- 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.

PRELIMINARY INTERPRETATION OF STRUCTURE
CONTROL ON GOLD DEPOSITS IN JIAODONG PENINSULA

ZHAO Dong-dong, HUANG Ji-you, JIN Gang

(Shandong Zhengyuan Geological Mineral Resources Co. CGEB, Yantai 264002, Shandong, China)

Abstract: Gold ore deposits (bodies) in Jiaodong peninsula are all strictly controlled by fractural zones at which multi-brittle/ductile shearing are superimposed. The shearing is divided into the early ductile shearing, the late compressional-shearing and latest brittle tensile fracturing. The concept of brittle/ductile shearing superimposition is varied from that of brittle-ductile shear zone defined by tectonite phase. They are the different fractural structures in the evolutionary history. Au ore deposits are typically located in tensile fractural zone but the earlier ductile shear zone and the compressional-sheared rock control large size Au deposit.

Key Words: ore-control structure; Au ore body; Jiaodong peninsula