

辽西阜新金-多金属成矿区主要断裂带 构造特征及其控矿作用

朱大岗¹⁾ 孟宪刚¹⁾ 冯向阳¹⁾ 张贺鹏²⁾ 邵兆刚¹⁾
马寅生¹⁾ 付海涛²⁾ 曲 玮¹⁾ 王建平¹⁾

(1) 中国地质科学院地质力学研究所, 北京, 100081 2) 辽宁省地质矿产勘查局, 辽宁 沈阳, 110032)

摘 要 通过地质构造、显微构造和构造地球化学特征分析, 论述了辽西阜新金-多金属成矿区主要断裂带的构造特征及其控矿作用, 并着重指出 NEE 向、NNE 向韧-脆性剪切带是本区主要的控矿和导矿构造, 而 NEE 向构造的 NW 向次级断裂带和 NNE 向构造的 EW 向次级断裂带则为本区主要的容矿构造。现已探明的金-多金属矿体也多沿这两个方向展布。

关键词 阜新 韧-脆性剪切带 金-多金属矿 构造控矿作用

Structural Features and Ore-controlling Role of Major Fracture Zones in the Fuxin Gold-Polymetallic Ore-forming Area, Western Liaoning

ZHU Dagang¹⁾ MENG Xiangang¹⁾ FENG Xiangyang¹⁾ ZHANG Hepeng²⁾ SHAO Zhaogang¹⁾
MA Yinsheng¹⁾ FU Haitao²⁾ QU Wei¹⁾ WANG Jiangping¹⁾

(1) Institute of Geomechanics, GAGS, Beijing, 100081 2) Liaoning Bureau of Geology and Mineral Resources, Shenyang, Liaoning, 110032)

Abstract The major fracture zones in the gold-polymetallic ore-forming area in Fuxin, Liaoning Province, were studied by analyzing macrostructural features, microstructural deformation and tectonogeochemistry. The basic features of these zones and their control over the ore-forming process are discussed in this paper. The authors point out that the NEE-and the NNE-trending ductile-brittle shear zones are the major structures serving as the controlling factor and the passageways for fluids in the gold-forming district of Fuxin area, and that the NW-trending faults and the EW-trending faults, which are the second-order faults in the NEE-and the NNE-trending faults, are important host structures along which the present explored gold orebodies are distributed.

Key words Fuxin ductile-brittle shear zone gold-polymetallic ore structural ore-controlling role

阜新金-多金属成矿区处于中朝地块内辽西拗陷带的东缘与北镇隆起带的北缘, 是近年来新发现的金成矿区, 已探明了一系列大、中、小型金矿床和多金属矿床, 如排山楼金矿、大板金矿、大樱桃沟金矿、八楼子金矿、八家子多金属矿等。

矿区出露的地层主要为太古界建平群和上古生界泥盆-二叠系, 其上零散分布中生界侏罗系建昌组、九佛堂组、白垩系孙家湾组盖层。建平群自上而下可划分为小塔子沟组、大营子组, 二者为整合接触。小塔子沟组可划分为 3 个岩性段, 岩石变质较深, 原岩组构保留甚少, 尚有呈岩脉、岩墙、岩床及小

岩株等形态的基性-超基性侵入岩分布。大营子组岩石中尚可见部分原岩组构, 由于被燕山期花岗岩侵入破坏、零星出露。该区出露的岩浆岩有太古代的花岗质岩体、燕山期花岗岩体等。与金矿化关系密切的岩浆岩为燕山期花岗岩。根据岩石矿物组合、岩石化学、副矿物特征等, 推测该区花岗岩以 I 型为主, 少量属于 S 型(辽宁省地质矿产局, 1989)。

金-多金属成矿区产于医巫闾山-大巴-后小荒(建设)复背斜与旧庙-哈尔套断裂带的韧-脆性变形区之中, 构造活动强烈, 控矿作用明显。金-多金属矿化带的产出受建平群、花岗岩体、局部褶皱及断裂

构造的联合控制。

1 矿区构造特征

阜新金-多金属成矿区内的构造较复杂,EW、NW、SN、NEE、NE、NNE 向构造于该区复合,其中 NNE 向构造带和 NEE 向构造带构成金-多金属成矿区的主要构造格架,是该区主要的控矿和导矿构造,与金-多金属矿化关系密切(图1)。从图1各组

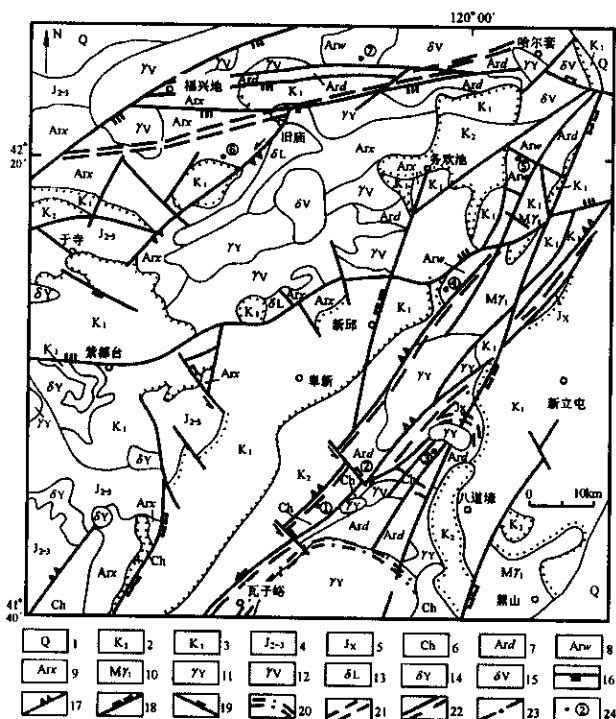


图1 阜新金-多金属成矿区地质构造简图

Fig.1 The regional geological sketch of the gold-forming area in the Fuxin, Liaoning Province

(据辽宁省地质矿产局 1989 年资料修编)

1-第四系 2-上白垩统 3-下白垩统 4-中上侏罗统 5-蓟县系 6-长城系 7-建平群大营子组 8-建平群瓦子峪组 9-建平群小塔子沟组 10-太古代混合花岗岩 11-燕山期花岗岩 12-海西期花岗岩 13-辽河期闪长岩类 14-燕山期闪长岩 15-海西期闪长岩 16-NEE 向压性断裂 17-NE 向压扭性断裂 18-NNE 向压扭性断裂 19-NW 向断裂 20-弧形构造 21-韧性剪切带 22-活动断裂 23-遥感解译断裂 24-矿床(点)及编号 ①-下水泉金矿 ②-排山楼金矿 ③-大板金矿 ④-大樱桃沟金矿 ⑤-五家子金矿点 ⑥-八家子多金属矿 ⑦-八楼子金矿 1-Quaternary system 2-Upper Cretaceous 3-Lower Cretaceous 4-Upper and Lower Jurassic 5-Jixian system 6-Changcheng system 7-Dayingzi formation of the Jianping group 8-Waziyu formation of the Jianping group 9-Xiaotazigou formation of the Jianping group 10-Archeozoic migmatitic granite 11-Yanshan age granite 12-Haixi age granite 13-Liaoh age diorites 14-Yanshan age diorite 15-Haixi age diorite 16-NNE compression faults 17-NE compression and torsion faults 18-NNE compression and torsion faults 19-NW faults 20-arcuate structure 21-ductile shear zones 22-active faults 23-remote sensing faults 24-the serial numbers of deposit and ore spot ①-Xiashuiquan golden deposit ②-Paishanlou golden deposit ③-Daban golden deposit ④-Dayingtaogou golden deposit ⑤-Wujiazi golden ore spot ⑥-Bajiazi polymetallic ore ⑦-Balouzi golden deposit

断裂带的相互交切关系可见,NNE 向断裂的形成晚于 NEE 向断裂、NW 向断裂的形成最晚;其中 NEE 向断裂属中朝地块内辽西拗陷带的北缘断裂带的一部分;NNE 向、NW 向断裂属新华夏构造体系。

1.1 NEE 向断裂带

该带主要为旧庙-哈尔套断裂带,该带早期属深构造相的韧性剪切带,由一系列 NEE 向强弱相间的韧性变形条带组成;晚期构造抬升活动又沿早期变形分界面展布,形成一系列浅构造相的脆性变形产物(刘喜山等,1996)。每期构造变形均见有与之伴生的张扭性断裂出现。

1.1.1 宏观构造特征 NEE 向断裂带韧性剪切变形明显,是该区的一级断裂,沿断裂带见有硅化岩和含金-多金属矿化蚀变现象,是区内北部地区的主要控矿和导矿构造。该断裂带中的太古代建平群各类变质岩均发生明显的动力变质作用,片理化强烈,置换层理并使原始层理不复存在,S-C 组构发育,褶皱紧密而斜歪,长石、石英粒化重结晶,糜棱结构、眼球状构造发育,形成糜棱岩、千糜岩,带内褶皱变形普遍,类型多样,形态各异,同斜倒转褶皱常见(许志琴,1984)。

NEE 向构造带的另一个重要构造形迹是 NEE 向的片理化带,其分布具有等距性特点,且片理产状稳定,NEE 向构造带的 NW 向次级断裂则是工业矿体的产出部位。

NEE 向构造变形带不仅在区域上,而且在局部地段的变形带内均具有分带性,如八楼子金矿黑牛山矿区含矿韧性剪切带中由两侧往中心依次出现:弱变形带、挤压褶皱带(揉皱带)、片理化带(劈理带)、糜棱状硅化岩带(蚀变绢英岩带),表明从两侧至中心变形依次增强(图2)。

1.1.2 微观构造特征 NEE 向构造带内微观构造特征表明韧性变形明显,常形成各种塑性流动变形的显微揉流褶皱、波状褶皱和石英变形条带组成的剪切褶皱,这种褶皱的轴面大都平行于片理面。

NEE 向构造带内还发育有各种构造透镜体,有被剪切拉断的石英条带组成的串珠状透镜体,围岩剪切变形形成的构造透镜体,其长轴均与片理面平行。带内各种显微 S-C 面理构造发育,镜下可见 C 面由白云母或细粒压扁拉长石英集合体组成的条带,而 S 面理则由透镜状石英或其他矿物集合体长轴的定向排列构成。沿 NEE 向断裂带均发育有糜棱岩带,宽达数十米,由矿物生长线理(矿物集合

(1)构造岩类型 :NNE 向断裂带中的构造岩可分为 :①碎裂岩系列,该系列为碎裂云母片岩、碎裂砂质板岩、碎裂长石石英砂岩、碎裂硅化岩(石英脉)、碎裂白云岩等,均为脆性浅构造相产物 ;②糜棱岩系列,该系列主要为糜棱岩化构造角砾岩、糜棱岩化片岩、糜棱岩化白云岩、硅化糜棱岩(石英脉)、超糜棱岩等,属韧性深构造相产物。

(2)变形石英脉划分 :NNE 向断裂带中的石英脉极为发育,且与成矿关系密切。按其相互切割关系可分为 :①产于早期 NNE 向片理带中的石英脉,其韧性变形明显,多呈透镜状,见黄铁矿化 ;②平行矿体的石英细脉、网脉状石英脉、不规则含金石英脉等,该类石英脉韧性变形强烈,硫化物发育,矿化好 ;③晚期张性裂隙中充填的石英脉,包裹早期石英脉,显示脆性变形特点(王安建等,1996)。

(3)构造变形特征 :NNE 向断裂带内的石英脉具波状消光和动态重结晶等韧性变形特征,但在不同带内表现不同 :Ⅰ带(矿化带)可见石英强烈波状消光、变形纹、动态重结晶多边化和细粒化 ;Ⅱ带(硅化糜棱岩带)中的石英具波状消光、动态重结晶和细粒化 ;Ⅲ带(碎裂岩带)中的石英具波状消光,但动态重结晶仅围绕石英颗粒周边发生(刘瑞 ,1988)。

1.2.3 构造地球化学特征 NNE 向断裂带的矿化强弱取决于后期构造叠加变形和热液蚀变的强弱。化学分析表明,单一硅化的岩石含金量均低于绢英岩化,而含金较高者为黄铁绢英化(表 1)。深部含金流体沿剪切带中的断裂或片理化带上移,充填交

代了原构造带并使之产生蚀变和矿化,导致断裂带中的 Au 及相关元素含量大大高于原岩背景值而形成矿体。在排山楼金矿的容矿构造内形成的含金硅化绢英岩矿体,是由早期韧性变形的灰色白云质糜棱岩组成,Au 及相关元素在白云质糜棱岩带处出现峰值。白云质糜棱岩带旁侧围岩常见宽窄不等的退色、硅化、绢云母化蚀变带,表明成矿流体除带入硅和成矿物质外,对围岩中的 Fe、Al、K 等元素也有不同程度的带出,晚期充填的乳白色硅化岩与晚世代晶形完好的黄铁矿共生,构造变形不明显,Au 含量较低(White,1988)。

2 断裂构造控矿作用

构造环境是金矿成矿作用最基本的因素之一。金-多金属成矿区明显受构造控制,金-多金属矿体往往赋存于一定的构造环境之中。各种类型金-多金属矿床组成的金-多金属成矿区是大地构造和区域地质发展、演化的一部分,是其具体地质构造作用的结果,断裂控矿作用则首先表现在不同级别的断裂对成矿的多级控制上。

2.1 矿化受 NEE 向和 NNE 向断裂带控制
在阜新地区近年来陆续发现一系列大、中、小型金-多金属矿床(点),主要分布在阜新北部的八楼子-八家子、阜新东部的大榆树堡-建设一线,前者为 NEE 向,后者为 NNE 向展布,且主要分布在医巫闾山隆起区内。金-多金属矿床(点)和地球化学异常的产出位置与断裂带的距离呈正态分布,以距断裂 1~2 km 范围内成矿最有利,金-多金属矿床(点)除与地层岩性有相关性外,主要受断裂构造的控制(刘建忠等,2000)。

NEE 向断裂带是阜新北部地区主要控矿和导矿构造,除控制了金-多金属矿化带的展布外,在断裂带的局部地段(如八楼子、八家子、海力板、赵家窝堡、架木苏营子等)也会出现强弱不等的金-多金属矿化现象。

NNE 向断裂带作为阜新东部地区的主要控矿和导矿构造,控制了下水泉、排山楼、大板、大樱桃沟、五家子金矿床(点)的展布。如大樱桃沟矿区金矿(化)体,均分布在早元古代迎风阜单元长英质超糜棱岩(原岩为中细粒二长花岗岩)中的次级 EW 向破碎带或断裂带内。这些构造系统受 SN 向挤压应力,形成一组平行且延伸不等的逆断层。各断层中见断层泥、压性角砾,断层面舒缓波状,断层倾向 S 或 N,倾角 20°~35°。含金热液沿断裂面充填,赋

表 1 各类构造岩及蚀变岩微量元素含量
Table 1 Micro-gold content of the tectonites and alteration rocks

岩石名称	样品数/个	平均质量分数	变化值
角砾岩	2	2.2	1.4~3.0
压碎岩	8	1.7	0.0~2.7
糜棱岩	14	4.6	2.0~8.5
千糜岩	10	2.4	1.0~5.5
压碎花岗岩	16	2.2	0.8~6.5
糜棱岩化花岗岩	2	1.2	0.0~2.5
压碎花岗岩	1	30.0	—
压碎花岗岩	1	272.5	—
硅化糜棱岩	3	12.0	10.0~13.5
绢英岩化糜棱岩	6	23.7	12.5~45.5
绢英岩	2	345.0	280~410

注 据辽宁省地质勘查局四队,1995,平均质量分数和变化值单位为 10⁻⁶。

存于断裂膨大部位并浸染围岩,形成含金蚀变石英脉或含金蚀变绢英岩,致使部分糜棱岩含矿。

2.2 金-多金属矿床(点)受 NEE、NNE、NW 向断裂带复合控制

区内金-多金属矿床(点)产于 NEE、NNE、NW 向几组构造的交汇部位或其附近(图 1)。区内金-多金属矿的容矿构造为复合叠加构造,即 NEE、NNE 向断裂与 NW、EW 向断裂交汇带或其中的部分复合地带。这些部位有利于金-多金属矿床的形成,而离开了这些特定的构造部位,无论断裂的方向和规模如何,含矿性和成矿性等都会迅速减弱(孙殿卿等,1992)。

容矿构造内金-多金属矿化具有明显的分段富集特点,工业矿体在矿化带中往往呈扁豆状、透镜状断续出现。八楼子、八家子、海力板等地的 NEE 向含矿断裂带内,矿化富集地段均见有 NW 向次级构造与其交汇,表明容矿构造是规模更小的两组配套构造。

NNE 向控矿和导矿构造的成矿与近 EW 向的断裂带或矿化带的复合有关,区内 NNE 向主干断裂——大巴-瓦子峪-后三角韧性剪切带,在该区延伸达数十公里,但只有排山楼、大板、大樱桃沟、五家子等地有较强的金矿化,而这些地段正是 EW 向构造与之复合之处。

2.3 金-多金属矿体受次级断裂带控制

金-多金属矿体受 NEE、NNE 向断裂带的 NW、EW 向次级断裂带控制。NEE 向构造带中的 NW 向次级张扭性断裂,是阜新北部地区金-多金属矿的主要容矿构造,已知矿体大多分布在该断裂带中的应力集中、构造变形强烈和热液蚀变最为发育的地段。如八楼子金矿田内的 2 条矿化蚀变带,就分别受控于 2 条大体平行的 NW 向断裂带。且工业矿体主要产在 NW 向断裂带内的挤压、褪色、硅化最为强烈部位,超出这些部位,矿体即行尖灭(图 3)。

NNE 向构造带内的 EW 向次级张扭性断裂,则是阜新东部地区金矿区的主要容矿构造,如排山楼金矿矿体的大小及分布,由 EW 向次级断裂蚀变带的规模及产出位置所决定,蚀变主要为黄铁绢英岩化、碳酸盐化等。金矿化在 EW 向延伸的矿化带中的分布极不均匀,金矿体多呈扁豆状断续出现且大致等距(Gustafson,1989)。这种分布格局是 EW 向矿化带与 NNE 向构造带中,呈等距分布的次级断裂或片理化强带复合控制的结果(图 3)。

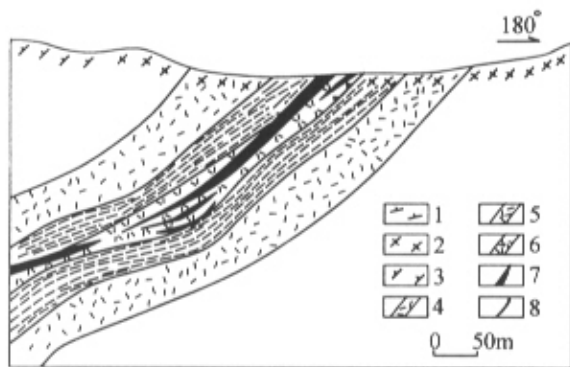


图 3 排山楼金矿床主要蚀变带剖面图(据王安建等,1996)

Fig.3 The section of the alteration zone
in Paishanlou gold deposit

(from Wang Anjian et al.,1996)

1-糜棱岩化岩石 2-初糜棱岩 3-糜棱岩 4-外蚀变带;

5-中蚀变带 6-内蚀变带 7-金矿体 8-蚀变带界线

1-mylonitized rocks 2-incompetent mylonite 3-mylonite 4-exo-alteration
zone 5-mid-alteration zone 6-intra-alteration zone 7-gold ore
body 8-the contact of the alteration zones

各矿带中的金-多金属矿体,在剖面上具有明显的侧伏现象,由于 NW 向矿带主要倾向 SW,NEE 向次级断裂主要倾向 NW,因而它们的交线总体向西侧伏,而 EW 向矿带则向南或北倾伏,如阜新东部的排山楼金矿的主矿脉向北倾、而大樱桃沟金矿的主矿脉(图 4)则向南倾。另外,NEE 向、NNE 向和 NW 向、EW 向次级断裂复合控制的矿体,多呈矿带出现,即矿体的延长远大于延深。如排山楼金矿区内的主要金矿体大多延深 73~370 m,但沿走向长可达 100~680 m 以上。这表明各矿体均受韧性剪切带及与之相应产生的断裂蚀变带的共同控制,且暗示它们是变形后稍晚阶段形成的 Au 含量相对高的地质体(杨晓波,2000)。

3 结论

(1)阜新金-多金属成矿区地处 NEE、NNE、NW 向构造的复合部位,其中 NNE 向构造和 NEE 向构造为主要构造格架,是该区主要的控矿和导矿构造,其次级或派生的 NW 向、EW 向韧-脆性断裂带是该区的容矿构造。

(2)区内金-多金属矿化不受地层层位和岩性控制,而受断裂及其构造复合的控制,因而区内金矿床(点)的成因类型属内生金矿群断裂控制金矿系中韧-脆性剪切带型。

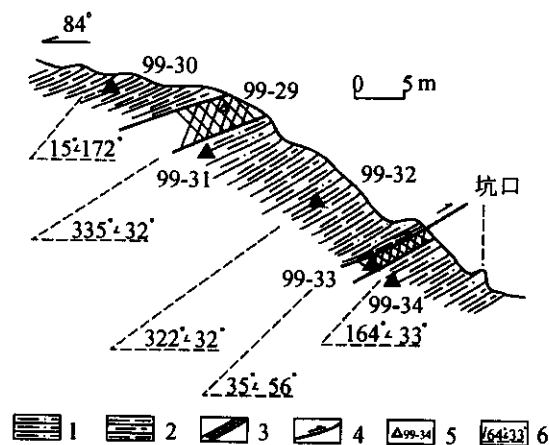


图4 大樱桃沟金矿Ⅵ号矿脉实测剖面图

Fig. 4 The section of the sixth ore vein in the

Dayingtaogou gold deposits

1-云母片岩 2-云母石英片岩 3-矿脉;

4-压扭性断裂 5-采样点及编号 6-片理产状

1-mica-schist 2-mica-quartz-schist 3-ore vein 4-compressive-shear

fractures 5-sampling points and numbers 6-occurrence of schistosity

(3) NEE 向构造带由强、弱变形带相间组成,具有韧-脆性变形特点,是 Au 及相关元素活化、迁移和集中成矿的重要控矿和导矿构造,局部与次级 NW 断裂、片理化带交汇处也可以成矿和容矿;NNE 向构造是区内的主要控矿和导矿构造,其次级 EW 向断裂空间分布大致具等距性,多为陡倾斜张扭性破裂面,为含矿流体充填交代提供了有利条件。成矿作用在韧-脆性变形环境中进行,矿化强度与岩石变形程度呈正相关关系,工业矿体大多分布在糜棱岩化岩石中。

(4) 金-多金属矿体主要受 NEE 向和 NNE 向两组构造与次级 NW、EW 向断裂的复合控制,主要矿体多集中在次级断裂带的下盘特定范围内。矿体在矿带内呈透镜状、扁豆状断续分布,主要富集在 NEE 向和 NNE 向两组构造的次级断裂和片理化带的复合部位,且大致呈等距分布,两组构造的次级构造面的交线决定了矿体的侧伏方向和侧伏角,矿体大都呈矿带产出,其走向延长大于倾向延深。

致谢 野外工作期间得到了辽宁省地质勘查局曲亚军总工程师、关玉波副总工程师、杨占兴副总工程师、阜新市地质矿产局王福志局长、辽宁省地质勘查局三大队史学益总工程师、四大队王永春总工程师、九大队刘忠元高级工程师和辽宁省地质勘查院张国仁总工程师等人的热情帮助,在此深表谢意。

万方数据

参考文献

- 辽宁省地质矿产局. 1989. 辽宁省区域地质志. 北京: 地质出版社.
- 刘喜山, 刘建中, 刘祥. 1996. 辽西板内碰撞带中变质作用双重性. 长春地质学院学报, 26(3): 285~291.
- 刘建忠, 刘喜山, 李树勋等. 2000. 辽宁阜新两类变质地区的构造关系. 地质地球化学, 28(2): 61~66.
- 刘瑞. 1988. 显微构造地质学. 北京: 北京大学出版社.
- 曲亚军. 1991. 韧性剪切带内金矿床类型及找矿标志. 辽宁地质, 8(2): 139~147.
- 孙殿卿, 高庆华. 1992. 隐伏矿床预测. 北京: 地震出版社.
- 王安建, 李树勋, 曲亚军等. 1996. 脉状金矿地质与成矿——以辽西地区为例. 长春: 吉林科学技术出版社.
- 许志琴. 1984. 地壳变形和显微构造. 北京: 地质出版社.
- 杨晓波. 2000. 大板金矿“港湾成矿”模式探讨. 辽宁地质, 17(1): 7~12.
- 杨国清. 1990. 构造地球化学. 桂林: 广西师范大学出版社.
- 翟裕生, 林新多. 1993. 矿田构造学. 北京: 地质出版社.
- 朱大岗, 王治顺. 1995. 构造岩结构成因分类与命名. 中国地质科学院地质力学研究所刊, (16): 55~76.

References

- Gustafson L B. 1989. The importance of structural analysis in gold exploration, Economic Geology, 84: 987~993.
- Liu Ruixun. 1988. Geology of microtectonics. Beijing: Peking University Press (in Chinese).
- Liu Xishan, Liu Jianzhong, Liu Xiang. 1996. Metamorphic double-Effect of intercontinental collision zones, western Liaoning Province. Journal of Changchun University of Earth Sciences, 26(3): 285~291 (in Chinese).
- Liu Jianzhong, Liu Xishan, Li Shuxun et al. 2000. Tectonic relationship between two kinds of structure regions. Geology-Geochemistry, 28(2): 61~66 (in Chinese with English abstract).
- Qu Yajun. 1991. An model of exploration of gold deposits within the ductile shear belts. Liaoning Geology, 8(2): 139~147.
- Regional Geology of Liaoning Province. 1989. Bureau of geology and mineral resources of Liaoning Province. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese).
- Sun Dianqing, Gao Qinghua. 1992. Prediction of mineral deposits in concealed. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese).
- White S H. 1988. Shear and fault controls of gold mineralization: an exploration overview. Bicentennial Gold 88, Poster Programme, 2: 651~654.
- Wang Anjian, Li Shuxun, Qu Yajun. 1996. Geology and the metallization of gold deposits the vein style: an example in the west of Liaoning Province. Changchun: Jilin Publishing House of Science and Technology (in Chinese).
- Xu Zhiqin. 1984. The deformation of the earth's crust and microtectonics. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese).
- Yang Guoqing. 1990. Tectono-geochemistry. Guilin: Guangxi Normal University Press (in Chinese).
- Yang Xiaobo. 2000. Discussion on the harbour-style metallization model of Daban gold deposit. Liaoning Geology, 17(1): 7~12.
- Zhai Yusheng, Lin Xinduo. 1993. Texture and structure of ore field. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese).
- Zhu Dagang, Wang Zhishun. 1995. Genetic classification and nomenclature of tectonites based on textures, Bulletin of the Institute of Geomechanics, CAGS, (16): 55~76 (in Chinese).