

文章编号: 1006-6616 (2001) 01-0057-14

华北陆块北缘东段夹皮沟金矿带的剪切脉系

刘红涛¹, 柯学进², 王安平², 安春田², 张万金²

(1. 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100101;

2. 吉林省夹皮沟黄金矿业公司, 吉林 132400)

摘要: 吉林夹皮沟金矿带中所发育的含金脉系, 无一例外地赋存于规模不等、方向不同的剪切带之中。研究表明, 由于区内 NW 向主剪切带的长时期右行走滑, 诱发两侧岩块 (尤其是东侧上盘的夹皮沟花岗—绿岩地体) 中形成大量的次一级剪切褶皱群和剪切脉系, 并产生强烈的渐进应变。区域右行走滑控制脉系的基本形态和构造方位, 渐进应变则制约脉系内部的构造细节; 据此可以对夹皮沟金矿带内次一级剪切脉系的几何方位和发育规律进行鉴别。属于 R 和 D 的含金剪切裂隙在两维的延展上较为稳定; 而 T 属于水平单剪体制下形成的张性裂隙, 如果它生成后没有进一步叠加剪切应变的话, 理论上其三维延展要比 R 和 D 差一些。研究不同力学性质的含金裂隙的发育规律, 在找矿勘探和成矿预测中具有重要的实际应用价值。

关键词: 剪切脉系; 花岗—绿岩地体; 夹皮沟; 吉林

中图分类号: P618.51

文献标识码: A

0 引言

夹皮沟金矿带位于吉林省桦甸市的东南部, 该地区是我国一个极为重要的金矿化集中区和黄金生产基地^[1~3]。该矿带西北起于大砬子一带, 东南延至夹皮沟镇以南, 为一长约 50km, 宽约 4~10km 的 NW-SE 向弧形金矿化带 (图 1)。

该地区的采金活动可追溯至 1820 年, 至今已有 180 年的历史^[4~6]。解放 (1945 年) 以前, 采矿活动仅限于对砂金和露头脉的采挖, 而且没有进行过系统的地质勘查。1945 年至 80 年代, 系统的地质勘探工作逐渐从夹皮沟本区矿床扩展到整个矿带, 吉林省有色地质勘探公司六〇四地质队及其前身 (以下称六〇四队) 在矿带内陆续发现了二道沟、三道岔、大线沟、小北沟及板庙子等一系列规模不等的金矿床和几百个金矿点, 将本区的黄金开采活动带入了全盛期 (1964~1990 年)。同时, 地质勘探也大大地提高了区域金矿地质的研究程度, 所积累的大量地质资料为后续的研究者打下了坚实的基础。九十年代以来, 原勘探提交的地质储量已基本上被采尽, 矿山进入严重的资源危机之中。

收稿日期: 2001-10-31

基金项目: 中国科学院资源环境领域知识创新工程重大项目 (KZCX1-07) 资助

作者简介: 刘红涛 (1962-), 男, 博士, 副研究员, 主要从事成因岩石学和成矿预测研究。

近 20 年来,人们^[1~21]对夹皮沟金矿带的成矿规律做了大量的研究工作,并提出一些新的找矿方向和思路。尤其是七十年代末六〇四队在综合以往勘探资料的基础上,对夹皮沟金矿带的成矿规律进行了系统总结。这不仅对该区的找矿勘探具有实际的指导意义,而且也为后人的研究提供了较为系统的资料。

中尺度剪切构造对绿岩带脉状矿床的形成与最终就位具有强烈的控制作用,这已经成为人们的共识^[22 23]。夹皮沟金矿带是我国绿岩型脉金矿床发育的典型地区^[1~3],剪切构造对含矿脉系的形成具有直接的控制作用和成因联系。本文拟从区域性中小尺度剪切构造入手,分析矿带内不同构造方位含矿裂隙的应变属性,阐述它们形成和最终就位的机制及其三维延展潜力,期望对今后的找矿勘探有参考价值。

1 构造背景与矿带地质

1.1 研究区的大地构造属性

夹皮沟金矿带位于华北陆块北缘东段与北方造山带的构造接合地带,是发育在华北陆块北缘的一个花岗—绿岩地体内,其南西侧为龙岗高级变质区,北东侧则属于北方造山带构造域^[1~3](图 1)。龙岗高级区由龙岗古陆核及其边缘的一些穹隆构成,主要组成岩石为 TTG 质灰色片麻岩,也发育少量的麻粒岩相—高角闪岩相表壳岩石。龙岗古陆核总体为一北东向的封闭环形,其北东部以新太古代的板庙岭钾质花岗岩体^[1]与夹皮沟花岗—绿岩带相隔^[3]。龙岗高级区岩石构成了夹皮沟花岗—绿岩带的基底^[1 2]。夹皮沟金矿带东北侧的北方造山带主要由古生代的中、浅变质岩和大量的古生代—中生代花岗岩基构成,同时在一些小型断陷盆地内发育中—新生代陆相堆积和火山岩。

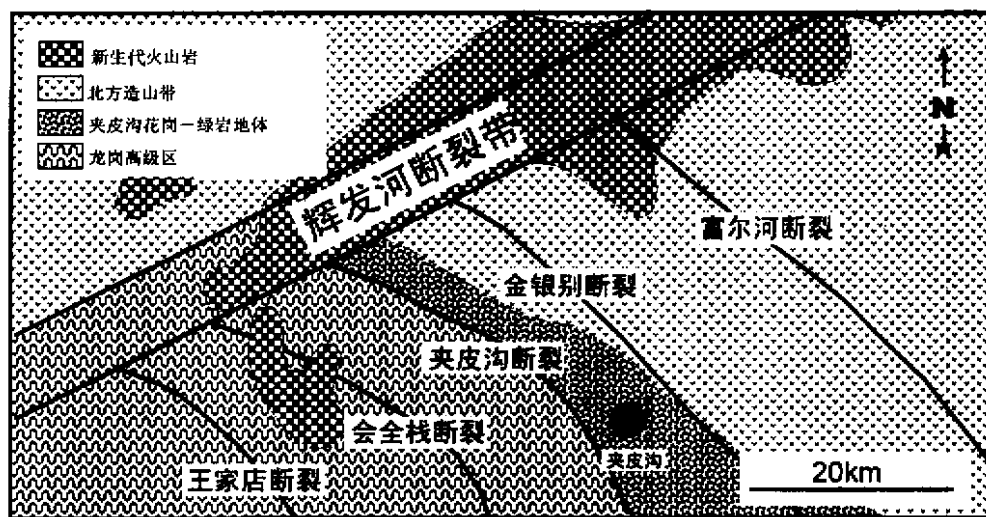


图 1 吉林夹皮沟金矿带地区构造简图

Fig.1 Simplified geological map of Jiapigou gold belt region

1.2 区域构造格架

发育在夹皮沟金矿带及其邻区最为醒目的线性构造是 5 条近于平行展布的 NW 向弧形断裂带^[5]及其北侧呈 NE 向展布并切割它们的辉发河断裂带(图 1)。这 5 条 NW 向断裂自东而

西分别为富尔河断裂、金银别断裂、夹皮沟断裂（夹皮沟主剪切带）、会全栈断裂和王家店断裂。其中，会全栈和王家店断裂发育在龙岗高级区内，富尔河断裂发育在北方造山带构造域；而金银别断裂和夹皮沟断裂大致可以作为夹皮沟花岗—绿岩带的东、西两侧的边界。夹皮沟断裂是一条从新太古代以来长期活动的地体边界断裂，其持续的右行走滑作用是引起其东侧夹皮沟花岗—绿岩带（图 2、3）发生次一级剪切应变（及其褶皱群和剪切裂隙）的主要原因。夹皮沟主剪切带为多条 NW 向剪切带复合而成^[5]，带内发育构造片岩、超糜棱岩、糜棱岩及片理化的破碎岩石，卷入剪切带带的岩石主要为新太古代的夹皮沟花岗—绿岩系和钾质花岗岩，同时有大量的古生代—中生代的各类脉岩灌入并发生脆性变形。根据剪切带内部和两侧岩块发育的伴生构造指向，人们一般认为夹皮沟主剪切带的基本运动学性质为右行走滑^[1 2 4]。

1.3 夹皮沟金矿带的物质组成

夹皮沟金矿带是一个新太古代花岗—绿岩地体^[1~3]其组成岩系以往被称之为鞍山群三道沟组^[5]。沈保丰等^[1 2]通过对这套岩系的详细研究，将其中不具地层意义的大面积 TTG 质片麻岩予以剔除后，剩余的表壳岩部分，下部命名为老牛沟组，上部命名为三道沟组，两组统称夹皮沟群（图 2）。笔者认为，上述对夹皮沟花岗—绿岩地体物质组成的重新厘定是区域地质研究的一个进展，从而加深了对构成地体不同组分的性质和成因的认识。

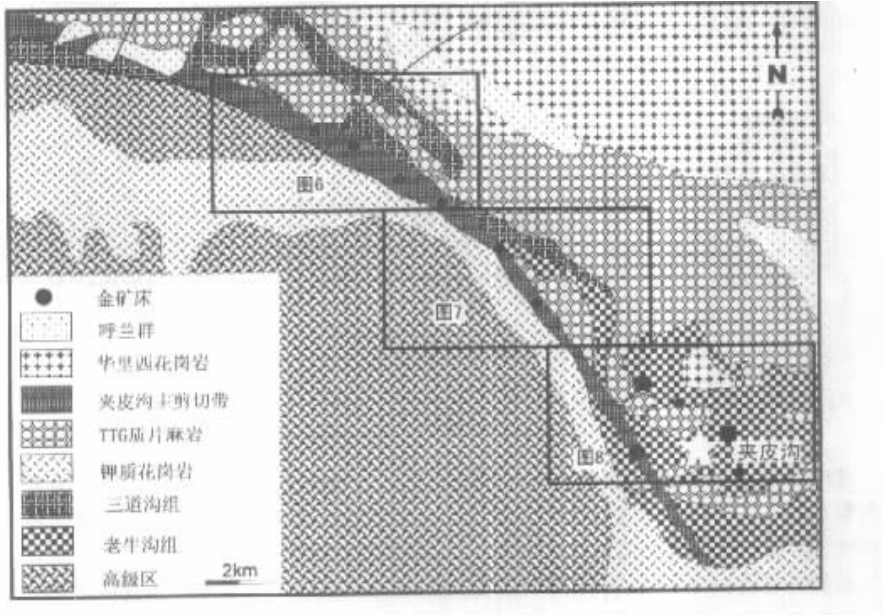


图 2 夹皮沟花岗—绿岩地体与 NW 向主剪切带（据沈保丰等，1994）

Fig.2 Jiapigou granite-greenstone terrain and NW-trending major shear zone

老牛沟组主要分布在夹皮沟金矿带的南段，以夹皮沟镇一带最为发育。它主要由斜长角闪岩和少量的黑云变粒岩、角闪磁铁石英岩组成^[1]。斜长角闪岩中夹有透镜状角闪石岩和滑石片岩；角闪磁铁石英岩位于该组的上部。三道沟组则主要分布在夹皮沟金矿带的北段，在板庙子至大砬子一带最为发育，主要由黑云斜长变粒岩和磁铁石英岩组成，顶部出现黑云

石英片岩^[2]。上述表壳岩石的原岩属于玄武岩—长英质火山岩—杂砂岩建造，火山岩具有明显的双峰特征，其形成环境类似于大陆边缘裂谷或弧后盆地^[1~3]。

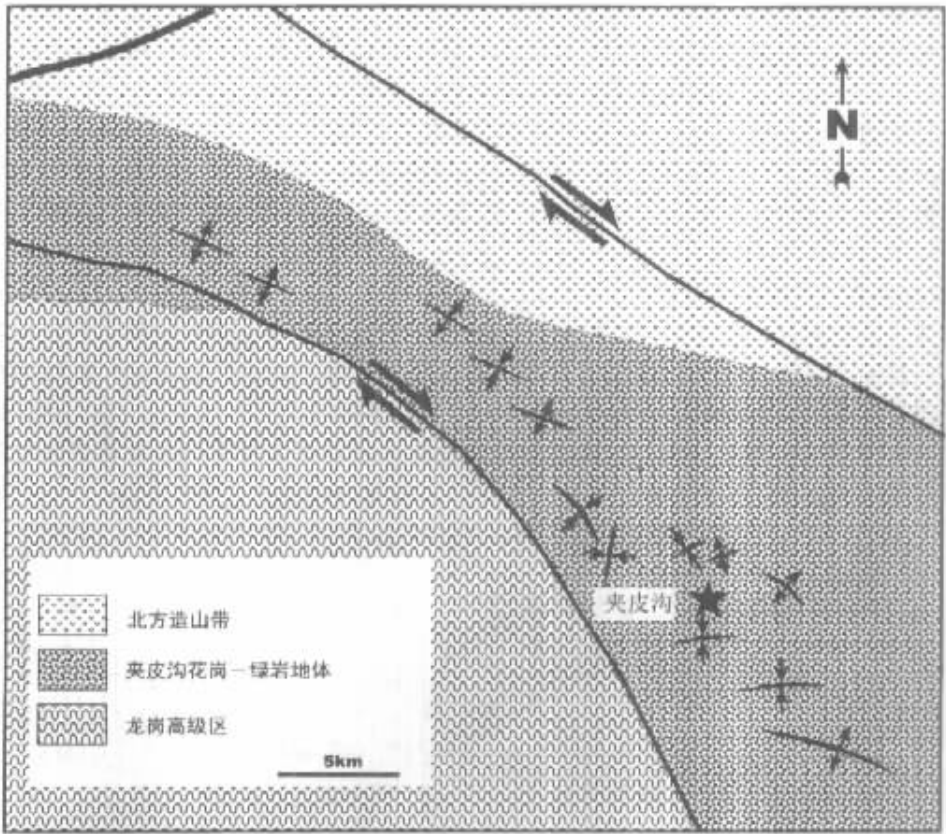


图3 夹皮沟花岗—绿岩地体中的剪切褶皱群
(据吉林省冶金 604 地质队修改)

Fig.3 Shear folding system in the jiapigou granite-greenstone terrain

TTG 质片麻岩在夹皮沟金矿带中占据一半以上的面积，成分上为钠质花岗岩类，为同构造期产物^[2]。岩石类型主要为英云闪长岩和奥长花岗岩，其片麻理产状与地体内表壳岩的变质面理一致，内部还包含有大量规模不等的表壳岩块体。这种现象不仅说明 TTG 质片麻岩与表壳岩石共同经历了同构造期的区域变质变形的改造，也明确指示其侵入成因

夹皮沟金矿带中的含矿剪切带和裂隙主要发育在表壳岩石中，而在大面积的 TTG 质灰色片麻岩中则不甚发育。由此可见，表壳岩对区域应变及其成矿的积极响应与制约。

2 夹皮沟金矿带中的剪切褶皱群和剪切脉群

由于 NW 向的夹皮沟主剪切带长期持续（新太古代—中生代）的右行剪切作用，因而使其上盘的夹皮沟花岗—绿岩地体发生了强烈的构造调整，以适应区域性右行剪切体制下的

渐进变形。构造响应主要体现在以下两个方面：①产生与右行走滑相协调的雁列状剪切褶皱群；②产生次一级剪切带和剪切裂隙群，它们被同构造或构造期后的矿脉和岩脉充填后表现为剪切脉群。很显然，表壳岩石和 TTG 质花岗岩在岩石均一性和刚性上存在较大差异，从而导致它们在同一应变场中的构造响应程度的不一致，使得区域右行剪切所产生的剪切褶皱群和剪切脉群主要发育在表壳岩石（老牛沟组和三道沟组）中。

2.1 剪切褶皱群

夹皮沟金矿带中的剪切褶皱群非常发育，而且呈现出非常有趣的组合样式（图 3）。矿带内共发育 5 个主要剪切褶皱群，自北西向南东依次为①中兴屯褶皱群，②四道沟褶皱群，③三道岔褶皱群，④四道岔—北大顶子褶皱群和⑤夹皮沟—小朝阳沟褶皱群。它们的共同特点是，构成每一个褶皱群的褶曲枢纽均呈右阶斜列，指示它们均为区域右行剪切的产物；也说明只有岩块遭受强烈的水平走滑剪切作用才可能产生如此排列的褶皱群。圣安德列斯大型走滑断层东侧发育的剪切褶皱群²⁴就是这样的典型实例（图 4），二者具有良好的可比性。根据剪切褶皱群的发育状态，大致以小北沟一带为界将夹皮沟金矿带分为南北两段。北段的中兴屯和四道沟褶皱群的组合样式较为单一，褶曲枢纽的展布大致都与 NW 向的夹皮沟主剪切带方向一致。然而发育在南段的 3 个褶皱群，其褶曲枢纽的方向却富于变化。三道岔褶皱群的褶曲枢纽呈 NNW 向，四道岔—北大顶子褶皱群的褶曲枢纽为 NE 向至 ENE 向，而夹皮沟—小朝阳沟褶皱群的褶曲枢纽为 ENE 至 ESE 向。造成南段如此复杂排列的褶皱群组合样式的原因，是因为南段发育易于构造屈服的表壳岩和相对刚性的 TTG 质花岗岩体的复杂镶嵌（图 2），引起局部应变场的变化而产生构造分异。

雁列状剪切褶皱群在夹皮沟金矿带的广泛发育，为进一步研究区域应变作用及其产物提供了重要的信息：

雁列状剪切褶皱群在夹皮沟金矿带的广泛发育，为进一步研究区域应变作用及其产物提供了重要的信息：

- (1) NW 向夹皮沟主剪切带的长时期右行走滑作用是引起区内构造变形的基本原因；
- (2) 岩块内部构成的不均一性必然导致局部应变场的调整，从而发生相应的构造分异；
- (3) 主剪切带右行剪切作用的长期性，必然引起先成构造的渐进应变，这对次一级剪切带及其含矿脉系的最终定位、构造细节及其含矿潜力具有重要的制约。

2.2 剪切脉群

褶皱作用是岩石韧性应变的基本表现^[25]。一旦这种韧性应变无法平衡块体内的应力积累，就必然产生岩块破裂。破裂在不同的温压条件下表现形式不同，而温压条件一般又与所处的不同地壳层次相关联。在地壳表层通常发生脆性破裂，向地壳深处则逐渐从脆性过渡到韧性破裂^[24, 26~29]。

夹皮沟主剪切带长期右行走滑作用不仅形成了前文所述的一系列剪切褶皱群，而且还造

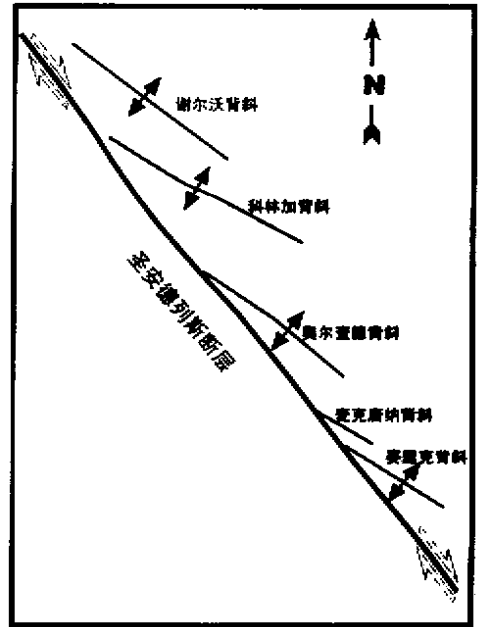


图 4 美国圣安德烈斯走滑断层的剪切褶皱群^[24]

Fig.4 Shear folding system of the St. Andrewes wrench fault, USA

就了沿主剪切带内部和两侧分布的次一级剪切带和剪切裂隙。这些剪切带和裂隙作为地壳不同深度的构造薄弱带,为成矿流体的运移、循环和沉淀及岩浆侵位提供了良好的通道和就位空间。研究表明,剪切裂隙的分布和组合样式与剪切褶皱群一样,受到夹皮沟主剪切带右行剪切应变的强烈制约,从而表现出清晰的规律性。在此前提下,我们将夹皮沟主剪切带作为区域构造分析的参考系,试图对不同构造方位的剪切带和剪切裂隙进行统一的成因和运动学分析,以揭示它们在几何上的相互关系和应变上的成因联系,进而指出不同构造方位裂隙的含矿潜力。

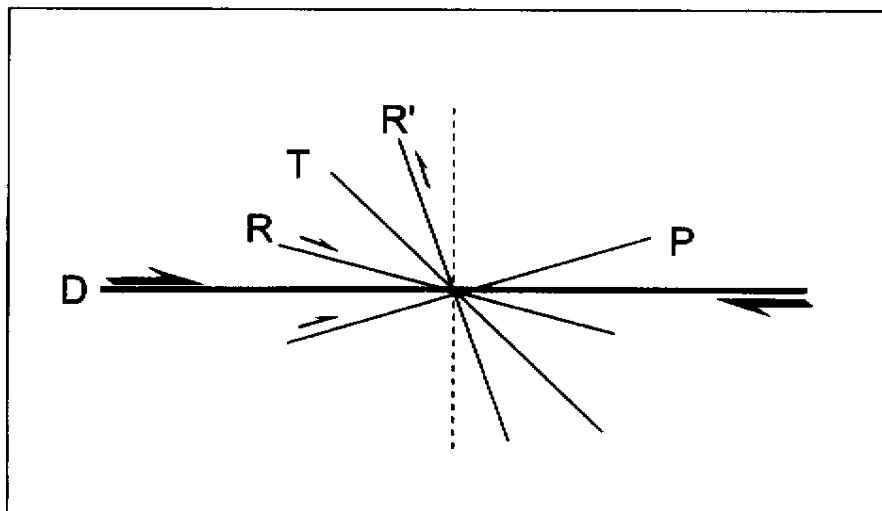


图5 里德尔剪切系^[30]

Fig.5 Riedel shear system

里德尔剪切系(图5)作为断裂运动学分析的参考框架被许多研究者所熟知^[22 24 29~31]。在里德尔剪切系中,根据裂隙与主剪切方向的相对方位,可将它们分为5组:R、R'、T、P和D。R和R'分别被称为低角度和高角度里德尔剪切裂隙,T为张裂隙,P为压性剪切裂隙,D为主剪切裂隙。一般情况下,首先发育R和R'及T裂隙,然后出现P裂隙。R与主剪切裂隙(D)之间的初始角度约为 15° (内摩擦角的一半),R'与D的夹角约为 75° ,T介于二者之间;P与D之间的角度一般小于 17° ,但与R的倾向相反。需要说明的是,上述里德尔剪切系中不同裂隙之间的相互关系主要反映它们发育的初始状态,而渐进应变会导致这些裂隙的旋转和构造属性的调整和演化。

对于夹皮沟金矿带中发育的剪切裂隙(图6、7、8),我们的研究认为,在主剪切带的右行走滑作用下,主要发育以下几组裂隙:

(1) D裂隙(脉系)这组裂隙(脉系)的平面展布方位与夹皮沟主剪切带的走向一致或具有小于 10° 的夹角,其运动指向与主剪切带相同(右行剪切)。那些发育在夹皮沟主剪切带内部及其两侧与主剪切平行的脉系都属此类。这种裂隙一般在两维(走向和倾向)的延伸较为稳定,只有在主剪切走向弯曲部位易于产生构造扩张空间,从而以发育长透镜状矿囊或剪切脉为特征。其典型代表有小北沟、庙岭、头道岔、老牛槽、大金牛、杨树沟、菜抢子、援朝沟和板庙子等含矿脉系(图6、7、8)。

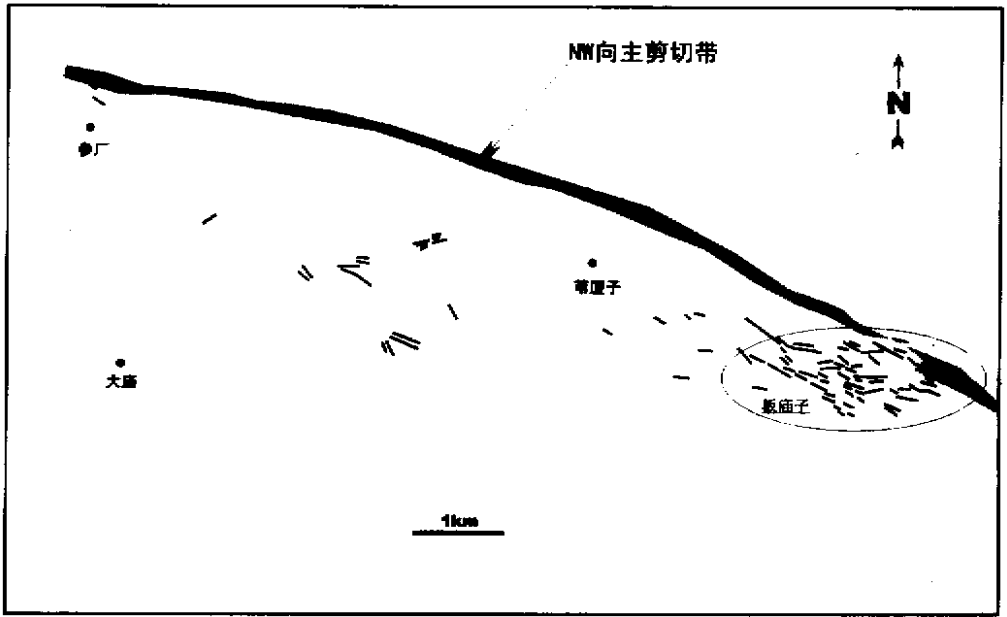


图 6 夹皮沟金矿带西段的含矿剪切脉群 (据吉林省冶金 604 地质队修改)

Fig.6 The auriferous shear veins in the western segment of the Jiapigou gold belt

(2) R 裂隙及其渐进应变产物 (脉系) 这组裂隙 (脉系) 的平面展布与 NW 向夹皮沟主剪切带呈中—低角度 ($< 45^\circ$) 产出, 其基本构造属性为剪裂。它们的原始方位与主剪切带的交角较小, 但伴随长期区域性右行剪切作用而发生渐进应变, 使其逐渐产生顺时针方向旋转, 因而其最终定位与主剪切带之间的夹角变大。因此, 这些 R 剪切裂隙在总体上保持右行走滑的同时, 渐进应变会使它们逐渐具有一定程度的张裂性质。充填在其中的矿脉, 在平面上表现为扭裂, 因而自然矿体边界较为平直, 且呈右行左阶排列 (图 9、10、11); 在垂向上表现为张裂, 因而在裂隙倾角变陡处易于产生构造扩张空间, 形成矿体的粗大段 (图 12)。其典型代表主要为二道沟和三道岔等含矿脉系 (图 8)。

(3) T 裂隙及其渐进应变产物 (脉系) 这组裂隙在平面上与夹皮沟主剪切带呈高角度 ($> 50^\circ$) 产出, 基本构造属性为张裂。这类裂隙在形成的早期与夹皮沟主剪切带的交角大约为 $40 \sim 50^\circ$, 但伴随区域右行剪切而发生渐进应变, 不仅使其走向沿顺时针方向发生强烈偏转 (因其初始方位与主剪切之间的交角较大), 而且逐渐附加右行走滑分量。充填在这组裂隙中的矿脉, 主要表现张裂隙性质, 如发育上下叠置矿体 (图 13a, b)、自然矿体形态复杂和不规则追踪 (图 13e, f, g, h) 及倾向变陡处矿体膨大等; 其次表现出石行剪切特点, 如脉体在平面上的规则弯曲和左阶右行斜列等 (图 13e, h)。这种裂隙以夹皮沟本区、五道岔、四道岔、八家子等含矿脉系为代表 (图 8)。从理论上讲, T 裂隙在走向和倾向上的延展潜力不如 D 和 R 裂隙, 但如果叠加强烈的剪切变形, 其走向延展会有所增大。

3 讨论

夹皮沟金矿带作为我国一个规模宏大的绿岩带型金矿的集中区, 人们从成矿地质背景^[1-5, 8, 14]、成矿物理化学条件^[2, 11-13, 32]、矿床构造与矿化类型^[4-6, 9, 10, 18]、同位素年代学

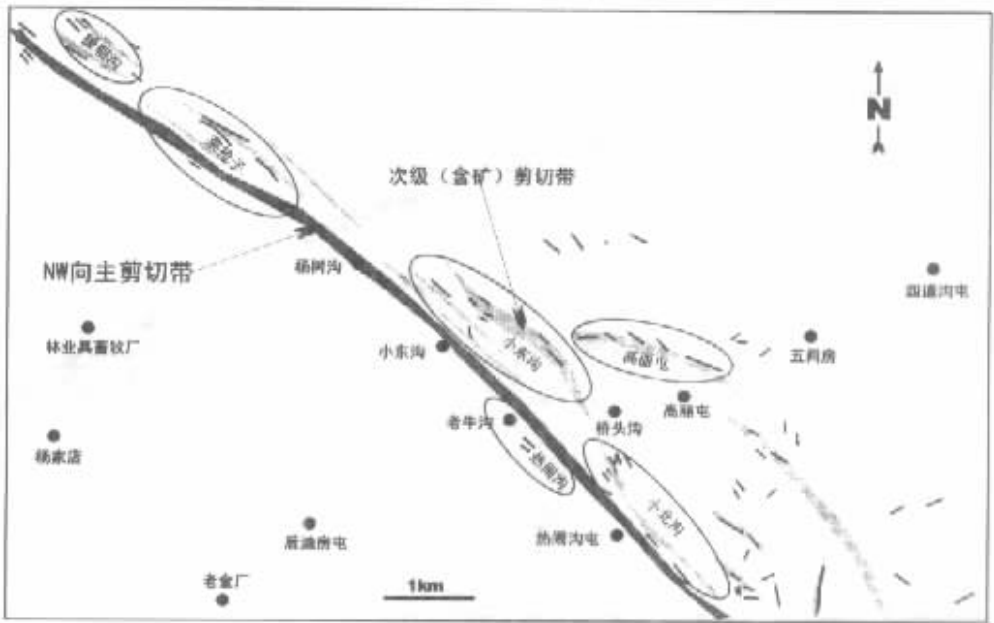


图 7 夹皮沟金矿带中段的含矿剪切脉群 (据吉林省冶金 604 地质队修改)
 Fig.7 The auriferous shear veins in the middle segment of the Jiapigou gold belt

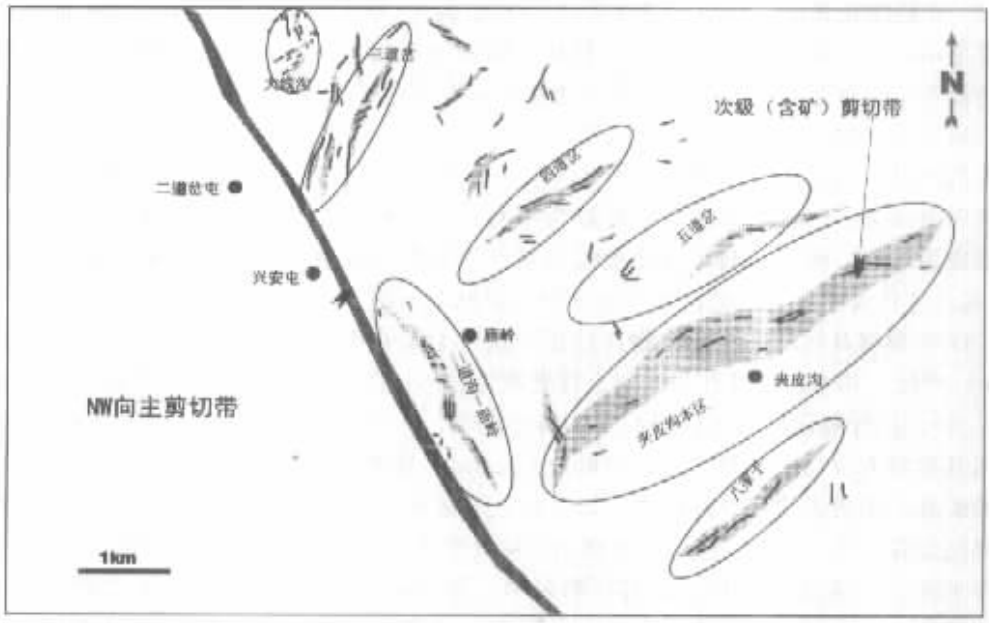


图 8 夹皮沟金矿带南段的含矿剪切脉群 (据吉林省冶金 604 地质队修改)
 Fig.8 The auriferous shear veins in the southern segment of the Jiapigou gold belt

和地球化学^[11~13, 33, 34]等方面开展了许多研究工作,并取得一系列研究成果。

就矿床或矿田构造的研究而言,前人的工作多侧重于一个或几个矿床的一般性构造研究,或者将矿带内不同方向矿化系统的形成归因于不同地质时期应变场的孤立构造事件。然

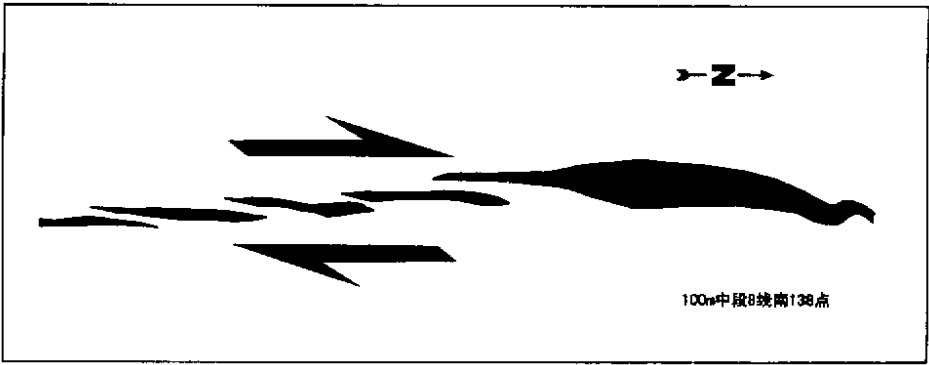


图 9 三道岔金矿床自然矿脉水平组合样式 (据吉林省冶金 604 地质队修改)

Fig.9 The horizontal pattern of ore bodies , Sandaocha Deposit , Jiapigou gold belt

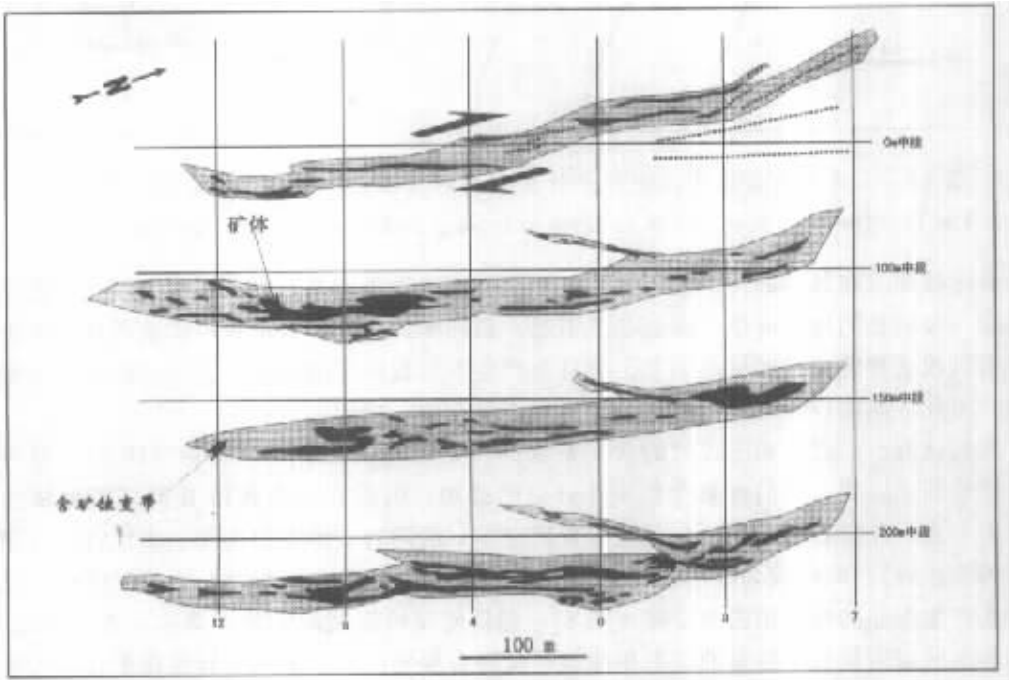


图 10 三道岔金矿床不同中段矿脉展布状态 (据吉林省冶金 604 地质队修改)

Fig.10 Ore-body occurrences at different levels , Sandaocha Deposit , Jiapigou gold belt

而,我们通过对该地区发育的剪切褶皱群和剪切裂隙的应变特征、排列样式和构造指向等现象的综合分析,认为矿带内几乎所有的含矿脉系都是在区域右行走滑应变体制的长期作用下而形成的,因而可以将它们放入统一的里德尔剪切系中,结合渐进应变对其加以精确识别,从而揭示了不同构造方位含矿裂隙的成因联系和分布规律:裂隙的主导构造属性控制含矿脉系的基本形态及其产出的构造方位,而渐进应变则制约脉系局部的构造细节。在此认识的基础上,下面就夹皮沟金矿带中一些常见的矿床构造现象作进一步的分析。

3.1 渐进应变与构造复合

渐进应变是构造复合的基本原因。里德尔剪切系是分析走滑剪切应变体制下裂隙发育的

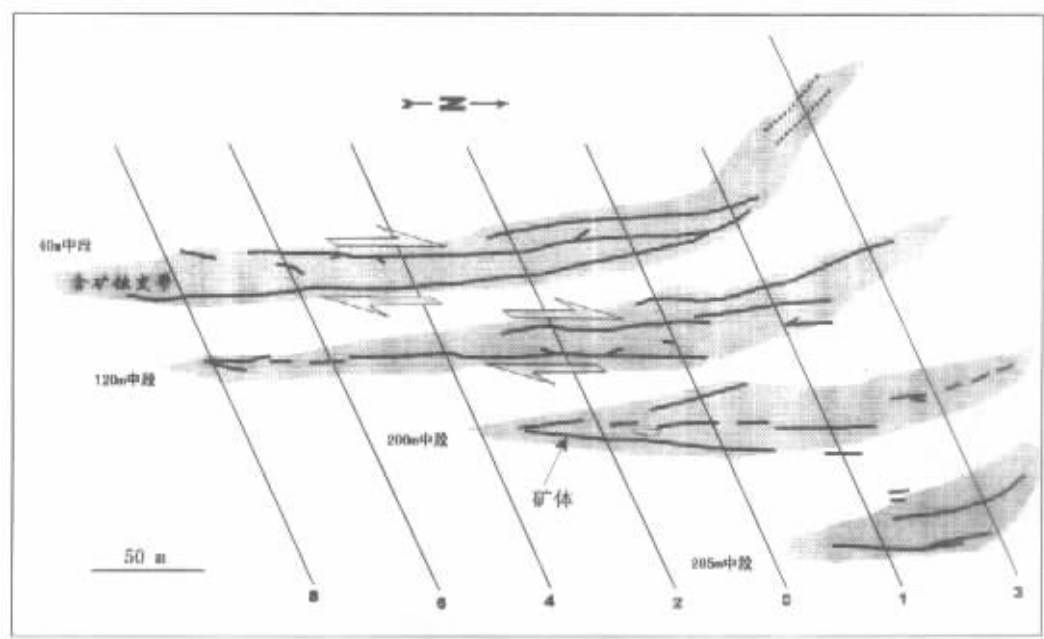


图 11 二道沟金矿床不同中段矿脉展布状态 (据吉林省冶金 604 地质队修改)

Fig.11 Ore-body occurrences at different levels, Erdaogou Deposit, Jiapigou gold belt

基本参考框架。在具体的构造分析中，一个重要的地质事实是，绝大多数区域性构造作用往往延续一个较长的地质时期，因而必然引起一系列渐进应变。对于破裂构造而言，渐进应变不仅可以改变裂隙内部的构造细节，而且会产生不同裂隙系统的复合，以顺应局部应变场的演化。因此，渐进应变是分析构造细节和构造复合的一把钥匙。

我们认为，二道沟和三道岔的含矿系统的初始破裂属于 R 剪切裂隙 (图 8)，但伴随右行剪切的渐进应变，它们逐渐受到张性分量的叠加，因而在基本保持 R 剪切裂隙属性 (脉壁较为平直、左阶右行斜列、走向倾向较稳定等) 的同时，体现出局部的张性特征 (倾向变陡处构造扩容)。同样因为渐进应变，纵然使原属张性裂隙的夹皮沟本区、四道岔、五道岔等脉系产生强烈的构造扭曲和旋转 (图 8)，但仍然保持张裂隙的基本构造属性。除此之外，夹皮沟本区新六号脉等脉系的强烈扭曲也是渐进应变的产物。新六号脉西段不仅与夹皮沟主剪切带相距很近，而且又发育在相对较深的构造层次，因而直接受到主剪切带的拖曳而发生旋转，使矿脉西段出现明显走向转折，造成反倾斜部分。根据我们对其转折拐点一带的实地观察，认为构造拖曳主要发生在脉体充填之后。对新六号脉反倾斜的这一成因解释的另一个有利证据，就是该地段的片麻理同样发生了急剧的拖曳转向。

构造复合在夹皮沟金矿带也是极为常见的现象。最为典型的例子莫过于二道沟—庙岭矿化系统 (图 8)。二道沟矿床的含矿裂隙属于 R 剪切裂隙。其矿化系统走向为 $NE10^{\circ} - NW35^{\circ}$ 。向北沿走向延入庙岭矿床后，矿化系统的走向逐渐朝 NW 方向偏转，呈 $NW330^{\circ}$ 左右，这一方向与夹皮沟主剪切带在此处的走向近于平行，因而含矿裂隙就变为 D 剪切裂隙。虽然它们最终被复合为一个统一的矿化系统，但二者在构造性质上的巨大反差，从而造成截然不同的矿化类型和矿床规模：庙岭的矿化特征主要表现为小而多的透镜体及蚀变岩型矿化的发育，而二道沟则为大而稳定的矿脉。从该矿化系统的总体侧伏方向分析，成矿流体应来

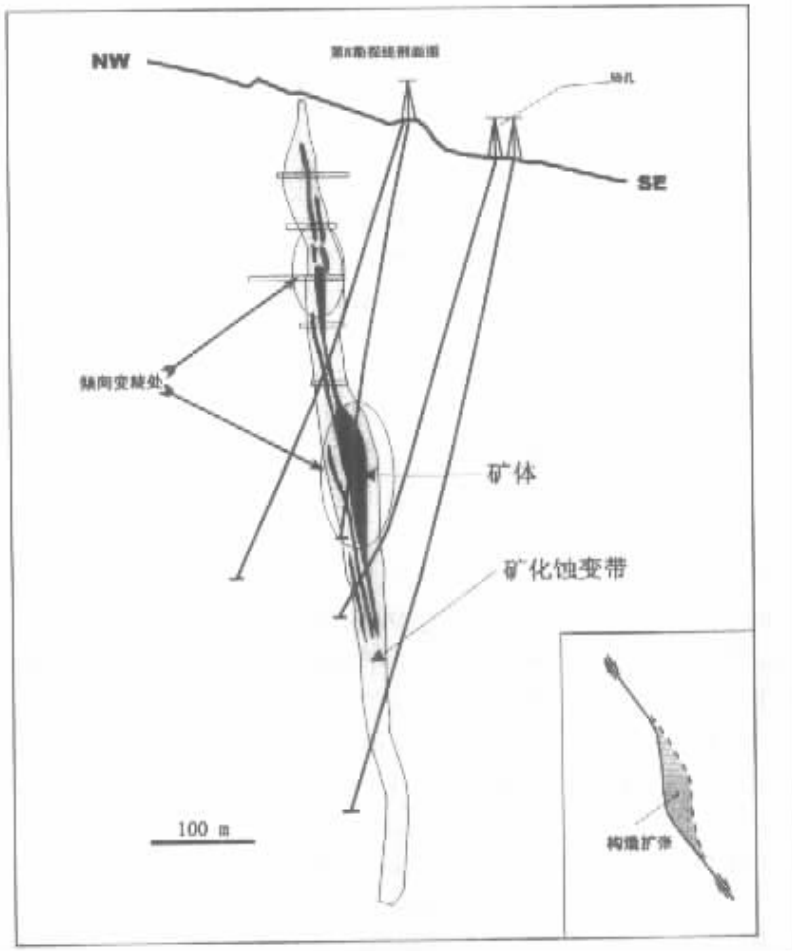


图 12 三道岔金矿床矿脉剖面形态
 (据吉林省冶金 604 地质队修改)

Fig.12 Cross-section view of Ore-bodies, Sandaocha Deposit ,
 Jiapigou gold belt

自与庙岭矿床的北侧深部。由此可以推断，两者构造复合后，庙岭一带的裂隙以导矿为主，而二道沟一带的裂隙则以容矿为主，说明构造复合对成矿作用具有重要的意义。人们对矿带北西端的板庙子矿区^[4-6]及其他矿化系统^{9,10]}的研究，都表明构造复合作用在夹皮沟金矿带是普遍存在的。

3.2 矿化侧伏

矿化侧伏主要受成矿流体源的位置及流体运移和循环通道的制约。前人^[4-6,9,10]对夹皮沟金矿带中许多矿床的侧伏规律作过探讨，并指出了矿化侧伏规律对今后找矿的指示意义。笔者在基本同意矿化侧伏对成矿过程和流体通道的指示意义的前提下，认为更应该重视，成矿流体在运移通道中的循环与矿质最终就位的构造耦合关系。前述的庙岭—二道沟一带矿化侧伏与矿质就位的关系就很能说明这个问题。对于一个受区域性剪切带控制的矿化系统而言，无数实例已经证明，不可能在其整个长度及流体运移的通道的全程发育有经济价值的矿化。虽然这可能反映局部的岩性和化学因素，但一个更明显的控制因素是沿剪切带或在—组

剪切带内不同的扩张部位才最有利于矿质的沉淀和矿体就位^[23]。在一个较大的矿化体系中,一些部位只适于成矿流体的运移和循环,而另一些部位则适于矿体或矿床的就位。可以推论,由矿化侧伏指示的成矿流体来源中心,在很大程度上不是矿化最终就位的理想场所,而是成矿流体的集散地。因此,矿化侧伏中心不一定是成矿中心。

在夹皮沟金矿区的南段,人们已经认识到,夹皮沟本区、二道沟—庙岭和三道岔等矿化系统的矿化侧伏都指向庙岭北侧兴安屯一带的深部,说明这一带应该是一个成矿流体的集散中心,但决不能就认定它就是成矿中心。因此,今后在夹皮沟矿带南段的找矿工作,应当对该中心周围的 R 和 T 裂隙予以高度重视,因为这些裂隙才是矿化就位的最有利场所。

4 结论

(1) 夹皮沟金矿带中绝大多数含矿裂隙是在 NW 向夹皮沟主剪切带长期右行走滑作用下产生的,因而可以将它们放在统一的里德尔剪切系中予以识别。渐进应变对脉系的形态及其最终就位的构造取向具有较大的影响。

(2) 就含矿潜力而言, R 和 T 裂隙及其渐进变形后的扭—张和张—扭性裂隙是矿体就位的最佳构造空间。与 R 和 T 裂隙相比, D 裂隙虽然在走向和倾向上更具有延展性,但渐进变形对其构造方位的调整较小,总体上仍属于非扩张裂隙,因而不利于较大规模矿体的形成与就位。只有在其走向发生弯曲的地段易于产生扩张空间而成矿。

(3) 对于一个较大的成矿系统而言,矿化侧伏中心只能明确指示成矿流体的集散地和流体来源,但通常不是矿化就位的理想场所。具工业意义的矿化应发育在该中心周围的具有构造扩张属性的裂隙中。

(4) 根据上述分析,我们认为对今后的找矿工作应注意以下几个方向:①对于 NW 主剪切带及其附近的平行矿化系统的找矿,需高度重视其剪切带走向发生转弯的地段;②与 NW 向主剪切带呈中、低角度($< 45^\circ$)的 R 剪切裂隙是夹皮沟矿带南段最重要的含矿裂隙,因而需要予以特别的关注;③对已发现的扭—张性和张—扭性矿化系统,需重视追踪其倾向变陡的构造扩张部位,以发现矿体的粗大部分。

致谢

本文对夹皮沟金矿带成矿构造的认识是建立在前人勘探和研究的基础之上,因而作者非常感谢他们的基础资料和研究成果。在野外和井下考查及资料研究的过程中,得到了吉林省夹皮沟黄金矿业公司的热情帮助,并得惠于该公司对矿床勘探和开采资料的开放。该公司矿山地质技术人员的慷慨指教与协作是完成本文的基础之一。

参 考 文 献

- [1] 沈保丰, 骆辉, 韩国刚, 戴薪义, 金山文, 胡小蝶, 李双保, 毕守业. 辽北—吉南太古宙地质及成矿 [M]. 北京: 地质出版社, 1994. 1~255.
- [2] 沈保丰, 李俊建, 毛德宝, 李双保, 刘志山, 张万金, 安春田. 吉林夹皮沟金矿地质与成矿预测 [M]. 北京: 地质出版社, 1998. 1~175.
- [3] 李俊建, 沈保丰, 李双保, 毛德宝. 清原—夹皮沟绿岩带地质及金的成矿作用 [M]. 天津科学技术出版社,

1995. 1~132.

- [4] 程玉明, 金昌珍, 宋群, 姜忠义, 董第光. 华北陆块北缘花岗岩—绿岩型金矿田及盲矿体的找矿脉型 [J]. 长春地质学院学报, 1993, 23 (3): 292~298.
- [5] 程玉明, 李俊建, 沈保丰, 吕建生, 等. 吉辽地区绿岩带金矿成矿找矿模式 [M]. 北京: 地震出版社, 1996. 1~243.
- [6] 程玉明. 吉林省夹皮沟金矿成矿物质来源与成矿作用 [J]. 长春地质学院学报 (增刊), 1982. 52~71.
- [7] 朱太天. 吉林夹皮沟地区金矿地球化学异常模式及三道岔金矿床的深部预测 [A]. 国际金矿地质与勘探学术会议论文集 [C]. 沈阳: 东北工学院出版社, 1989. 469~473.
- [8] 林宝钦, 阮忠义. 吉林南北夹皮沟地区早前寒武纪地质及金的成矿作用 [J]. 沈阳地质矿产研究所所刊, 1986, (13): 1~116.
- [9] 董第光. 夹皮沟金矿带盲矿体赋存条件及找矿标志 [J]. 吉林地质, 1986, (2) 1~8.
- [10] 董第光, 姜忠义, 王义文, 金昌珍. 夹皮沟金矿区隐伏矿体找矿标志及深部预测 [A]. 93' 北京国际黄金矿山技术研讨会论文集 [C]. 北京: 万国学术出版社, 1993. 6~9.
- [11] 骆辉, 沈保丰, 李俊建, 陈勇华. 吉林桦甸夹皮沟金矿的成矿作用 [A]. 国际金矿地质与勘探学术会议论文集 [C]. 沈阳: 东北工学院出版社, 1989. 274~276.
- [12] 骆辉, 沈保丰, 陈勇华. 李俊建. 吉林夹皮沟金矿的几个成矿因素 [A]. 金矿地质论文选集 (1) [C]. 北京: 地质出版社, 1990. 45~52.
- [13] 骆辉, 陈勇华, 沈保丰. 夹皮沟金矿与韧性剪切带 [A]. 中国前寒武纪矿床和构造 [C]. 北京: 地震出版社, 1994. 100~117.
- [14] 戴薪义. 吉林省夹皮沟花岗岩—绿岩带成因模式探讨 [J], 吉林地质, 1990, (3): 17~21.
- [15] 戴薪义, 刘劲鸿, 邵建波, 蒋荣清. 吉林夹皮沟—金翅洞花岗岩—绿岩带的地质特征 [A]. 前寒武纪地质 [C]. 北京: 地质出版社, 1990. (4) 51~60.
- [16] 孙胜龙. 吉林省夹皮沟太古代岩石分布及变质、变形作用研究 [J]. 吉林地质, 1992, (2): 61~70.
- [17] 孙胜龙. 夹皮沟剪切带与金矿形成演化关系的模拟实验 [J]. 矿床地质, 1995, 14 (1): 73~81.
- [18] 孙胜龙. 夹皮沟剪切带金矿脉形成化学动力学 [J]. 地质找矿论丛, 1996, 11 (1): 25~32.
- [19] 李俊建, 沈保丰, 等. 吉林夹皮沟金矿成矿时代的研究 [J]. 地质学报, 1996, 70 (4): 335~341.
- [20] 孙晓明, 徐克勤, 等. 吉南太古宙高级变质地体及金矿床 [M]. 北京: 地质出版社, 1996. 1~122.
- [21] 吕建生, 王恩林, 等. 辽北吉南早前寒武纪地质与金矿 [M]. 长春: 吉林人民出版社, 1996. 1~224.
- [22] Roberts R G. Deposit model No. 11: Archean lode gold deposit. Geosciences Canada [J]. 1987, 14 (1): 37~52.
- [23] White S H. 剪切和断裂对金矿化的控制: 找矿回顾 [A]. 国外金矿地质研究新进展 [C]. 兰州: 甘肃科学出版社, 1990. 139~141.
- [24] 朱志澄, 韦必则, 张旺生, 曾佐勋, 索书田. 构造地质学 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1999. 1~262.
- [25] 霍布斯 B E, 明斯 W D, 威廉斯 P F. 构造地质学纲要 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1976. 1~346.
- [26] Ramsay J G, Huber M I. The Techniques of Modern Structural Geology. Volume 2: Fold and Fractures [M]. London: Academic Press, 1987. 309~700.
- [27] Price N J, Cosgrove J W. Analysis of Geological Structures [M]. Cambridge University Press. Cambridge, New York, Port Chester, Melbourne, Sydney, 1990. 1~502.
- [28] 刘喜山, 李树勋, 刘俊来. 变质变形作用及成矿 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1992. 1~188.
- [29] 何绍勋, 段嘉瑞, 刘继顺, 张增荣. 韧性剪切带与矿床 [M]. 北京: 地质出版社, 1996. 1~174.
- [30] Riedel W. Zur Mechanik Geologischer Brucher-scheinungen [J]. Zent. Min. Geol. Pal. 1929, 354~368.
- [31] 庄培仁, 常志忠. 断裂构造研究 [M]. 北京: 地震出版社, 1996. 1~346.
- [32] 刘劲鸿. 吉林省夹皮沟—金城洞绿岩区中金矿床形成的物理化学条件 [J]. 辽宁地质, 1991, (3): 248~257.
- [33] 吴尚全. 交流夹皮沟金矿含金石英的⁴⁰Ar-³⁹Ar 快中子活化年龄测定 [J]. 矿床地质, 1991, 10 (4): 349~358.
- [34] 周燕, 丁彩霞, 王铁夫. 吉林桦甸地区 Sm-Nd 和 Rb-Sr 年代学研究 [A]. 壳幔演化与成岩成矿同位素地球化学 [C]. 北京: 地震出版社, 1993. 103~104.

SHEAR VEIN SYSTEM IN JIAPIGOU GOLD BELT OF EASTERN SEGMENT OF NORTHERN MARGIN OF NORTH CHINA BLOCK

LIU Hong-tao¹, KE Xue-jin², WANG An-ping², AN Chun-tian², ZHANG Wan-jin²

(1. *The Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;*

2. *Jiapigou Gold Mining Corporation, Jilin Province, Jilin 132400, China*)

Abstract : The auriferous veins occurring in the Jiapigou Gold Belt are almost within shear zones of varied orientations and scales. Our study indicates that the regional NS-trending major shear zone had experienced a long-term right-lateral shearing, which resulted in the formation and progressive straining of the secondary shear folding and vein systems along the major shear zone. It is suggested that regional right-lateral shearing controls the general shapes and orientations of the veins, and progressive straining controls their internal structural details of vein systems. Based on these criterions, different vein types, such as R, R', D, T defined by Riedel shear system, could be identified within in the Jiapigou shear zone, which may have practical usefulness in mineral prediction and exploration.

Key words : shear vein system ; granite-greenstone terrain ; jiapigou ; Jinlin