

# 东坪地区金矿剪切带与金的成矿作用<sup>\*</sup>

卢焕章<sup>①②</sup> Guy Archambault<sup>②</sup> 李院生<sup>①</sup>

(① 中国科学院地球化学研究所 ② Science de la terre, Université de Québec à Chicoutimi  
Chicoutimi, Québec, G7H 2B1 Canada)

**摘 要** 东坪地区金矿受东西向的剪切带及其派生的次一级的网状剪切构造所控制。其可以见到从韧性到脆韧性的变形。沿着这些剪切带,在数米之内,可见糜棱岩蚀变,并见有韧性剪切断裂而派生的透镜层和张裂隙充填物,并重新相变为糜棱岩。共轭断裂和平行断裂带也可见到,形成一个极其复杂的断裂型式。根据野外和实内调研,可以得出东坪网状剪切带的特征属脆韧性。

**关键词** 金矿床; 剪切带; 成矿作用; 河北

**分类号** P618. 51; P611. 5

河北省西北部地区按其构造作用可分为内蒙兴安华力西地槽褶皱带,内蒙古台背斜和燕山沉降带。这些构造单元由两条深大断裂带(康保—赤峰深大断裂带和尚义—赤城—平泉—北票深大断裂带)所分开。其次还有规模较小的丰宁—隆宁断裂带和遵化—青龙断裂带。康保—赤峰深大断裂呈近东西向走向(向南倾),尚义—赤城—平泉—北票深大断裂也呈近东西走向(向北倾),这两条深大断裂之间上升形成内蒙古台背斜。而两个断裂之南北两侧则向下沉,在南部形成了燕山沉降带,在北部形成华力西地槽后再经褶皱。区内众多金矿的产出与这些深大断裂密切相关。

本文主要述及尚义—赤城—平泉—北票深大断裂带有关的金矿床。该地区的金矿床有人认为是受水泉沟碱性杂岩体所控制,亦有作者认为是受桑干群深变质岩所控制,现主要介绍该区金矿床定位的构造控制因素,包括构造作用的类型和与金矿化的关系。

## 1 地质概况

东坪金矿位于尚义—崇礼—赤城东西向深大断裂之南侧,其间还包括小营盘、水晶屯、后沟、中山沟、张全庄、金家庄、韩家沟、响水沟等金矿床以及许多金矿点(图1)。

区内地层在尚义—崇礼—赤城深大断裂之南为太古宙桑干群,是一套遭受强烈混合岩化的角闪岩相→麻粒岩相变质岩。南缘分布有中元古宙长城系。1984年河北地质三队将桑干群划分成5组,依次为西葛峪组(为一套暗色麻粒岩,斜长片麻岩及混合岩);水地庄组(为片

1997年5月4日收稿。  
第一作者简介:卢焕章,男,1940年出生,教授,博士生导师,地球化学专业。  
<sup>\*</sup>中国国家自然科学基金资助项目(49373172),加拿大自然科学和工程基金资助项目。参加工作的还有:  
魏家秀,陈娜娜,袁万春,张国平



麻岩)；花家营组（为浅色麻粒岩）；涧沟河组和艾家沟组。原岩恢复表明：这是一套由中性火山岩、基性侵入岩、次火山岩、中酸性火山岩、火山碎屑岩，陆原碎屑岩和化学沉积岩。花家营组中的基性麻粒岩全岩 Rb—Sr 等时线年龄为  $2\,790\pm155\text{Ma}$ 。桑干群的 4 个岩性组中，下两个组含金平均值为  $1\times10^{-9}$  左右，低于地壳平均含金量，而上两个组金的含量平均也只有  $7\times10^{-9}$ ，略高于金的地壳丰度。桑干群不仅经过高度的变质作用，而且遭受了强烈的混合岩化。许多混合岩中金的内容高于其地壳平均值数倍。在这个地区有数百条含金的和不含金的石英脉，约有 95% 分布在桑干群中，尤其是在花家营和涧沟河组交界部位的上下层位中。

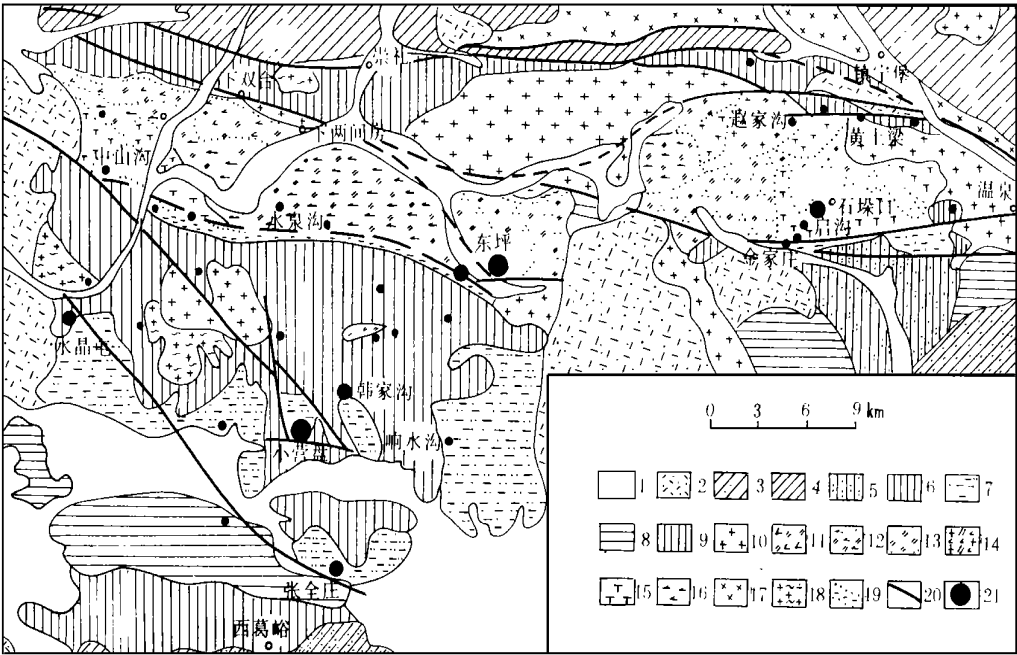


图 1 东坪地区金矿地质略图（据河北地质三队修改）

Fig. 1 The schematic map of gold deposits in Dongping area

1—第四系；2—侏罗系；3—长城系；4—下元古界红旗营子群；5—太古界桑干群艾家沟组；6—涧沟河组；7—花家营组；8—水地庄组；9—西葛峪组；10—燕山期花岗岩；11—海西期（下同）角闪二长岩；12—辉石角闪二长岩；13—石英二长岩；14—角闪二长花岗岩；15—正长岩；16—元古代辉石岩；17—元古代花岗片麻岩；18—太古代花岗片麻岩；19—二长岩体边缘混合岩化带；20—剪切带；21—小—大型金矿床

该区的东西向断裂带以尚义—崇礼—赤城深大断裂带为代表，长 200km，宽 1~5km。由密集排列的剪切带，破碎带和糜棱岩带所组成。断裂面大致呈北倾，两侧分布有一系列时代不同大小不一的基性、超基性岩体。地球物理重力推算该断裂已深切在莫霍面之下。该断裂自太古代以来长期频繁活动，构成了一个大规模的韧性并叠加有脆性变形的剪切带。在其两侧派生出不同期次、不同变形特点的剪切带构造体系。它们控制了大规模、多期次的岩浆活动、混合岩化及金的成矿作用。东坪地区的金矿床基本上都沿着这条深大断裂的次一级剪切带，尤其是南侧派生的剪切带分布。

该区与金矿有关的次级较大规模剪切带主要有二组：近东西向和北西向剪切带。这些剪切带有一个共同的特点就是产状很陡，表现出逆向剪切的某些特点。近东西向或北东东向的



剪切带主要有二堡子—赵家沟剪切带，三间房—枯杨树—沃麻坑剪切带，金家庄—后沟剪切带和水泉沟—东坪剪切带，这些剪切带控制了东坪、后沟、金家庄、赵家沟、黄土梁、中山沟等金矿床的分布。北西向剪切带有二条。位于北边的韩家沟—小营盘—谷咀子剪切带，位于南部的是张全庄—常峪口—水晶屯剪切带。他们控制了小营盘、韩家沟、张家庄等金矿床。上述剪切带都有一定的规模，长 10~50km 不等。这些剪切带均分布在离尚义—赤城—平泉—北票深大断裂南部约 40km 的范围内（图 1）。

区内岩浆活动比较强烈，有元古—太古代海西和燕山期三个时代的侵入体，这些侵入体受到上述剪切带和断裂所控制，主要岩体分布于尚义—崇礼—赤城深大断裂的南侧。在这三个时代的侵入岩中，最重要的是水泉沟—大南山碱性杂岩体，东坪、后沟、中山沟等金矿均产于其中。水泉沟—大南山二长岩碱性杂岩体呈东西向展布，东西延长约 55km，南北宽 5~8km，面积 280km<sup>2</sup>，该岩体赋存于桑干群涧沟河组的透辉石角闪斜长变粒岩、片麻岩、斜长角闪岩、二辉麻粒岩和混合岩中。岩体与围岩一般无截然界限，常呈过渡。该岩体由角闪二长岩、辉石角闪二长岩、石英二长岩、正长岩、角闪二长花岗岩、辉石闪长岩和霓辉正长岩所组成。这些岩相或岩体之间并没有太明显的规律，也无明显的分界线，大部分是逐渐过渡，混杂分布的。岩体在西部的南北两侧普遍发育有宽约数十米~数百米的混合岩化带。混合岩化带表现为两种类型：一是广泛分布交代残留体和石英体混杂产出，无截然的界线，二是形成网格状的混合岩，混合岩化是以渗透交代的方式充填于各组的构造裂隙中，形成纵横交错，相互穿插的网格状混合岩。但在岩体的东部混合岩化并不发育。这个岩体的时代，北京大学用钾氩法同位素年龄测定为 266Ma，认为是海西期的产物。但有人认为是由桑干群经混合岩化而形成。

在这个地区的金矿主要产在水泉沟杂岩体和桑干群花家营和涧沟组中。这些金矿均受区域性的剪切带和由它派生的次一级剪切和断裂所控制。包括由脆韧性剪切带控制的，呈雁行状排列的石英脉，由共轭剪切形成的共轭脉，由高角度的逆向剪切派生出来的张裂面中。将该区已发现的大约 50 处金矿床，金矿化点中选出 8 个金矿床，将其特征列于表 1。



图 2 东坪矿区 1 号矿体不同中段矿体形态分布

Fig. 2 Distribution of No. 1 ore body ( alteration and quartz gold bearing veinlets ) of Dongping gold mine in different levels



表 1 东坪地区金矿床(点)地质概况  
Table 1 General geology of gold deposits (showings) in Dongping area

| 矿床特征         | 小 营 盘   | 张 全 庄  | 韩 家 沟  | 水 晶 屯  | 响 水 沟   | 中 山 沟  | 东 坪   | 后 沟   |
|--------------|---|--|--|--|---|--|---|---|
| 围 岩          | 花家营组 and 洞沟河组混合岩化(透辉)斜长变粒岩  | 水地庄组 and 花家营组麻粒岩、变粒岩、混合岩                         | 花家营组 and 洞沟河组麻粒岩、变粒岩、混合岩                       | 洞沟河组麻粒岩、变粒岩、混合岩                                    | 燕山期巨斑状花岗岩、花家营组 and 洞沟河组变粒岩、片麻岩、麻粒岩、混合岩                                      | 辉石角闪二长岩、霓辉正长岩                                  | 石英二长岩、霓辉二长岩                                     | 正长岩、钾长正长二长岩                                       |
| 构 造          | 主脉位于缓倾斜构造中, 构造产状 N46° E /SE, ∠40° 左右                              | 复式背向斜, 断裂分 4 组: NW, NWW, SN, NE 组                | 背斜轴部含矿构造为 NEE 向和 NNE 向                         | NW-NWW 向复式背向斜, 含矿构造为 NW 和近 SN 向                    | 含矿构造为 NE 和 NW 向   | 含矿构造为 NNE 和 NW 向                               | 含矿构造为 NW 向和 NNE 向                               | EW 向及 NE 向  |
| 含金石英脉的产状     | 单脉, 产状 N43° E /SE.  | 含金石英脉沿片麻理产出的规模小, 沿断裂产出的规模大。NW 向含矿断裂带倾角 58° ~ 72° | 主要含金石英脉产状 N5° ~ 35° W /SW, ∠20° ~ 30°          | 含金石英脉产状 N4° ~ 10° W 和 N50° ~ 60° W /NE, ∠60° ~ 75° | 含金石英脉, 一主脉产于变质岩中, 一部分脉产于花岗岩中。产状 N10° ~ 40° W 和 N50° ~ 60° E / NW, ∠5° ~ 55° | 主脉长 2000m, 延深 300 ~ 400m, 走向 NNE, 倾向 NW 倾角 70° | 主脉长 1000m, 延深 500m, 走向 NNE, 倾向 NW, 倾角 30° ~ 55° | 主脉长 1200m, 延深 490m, 产状为 NE 向, 倾向 NW, 倾角 28° ~ 35° |
| 矿脉的矿物成分和蚀变作用 | 矿石中金属硫化物含量 3%, 主要有褐铁矿、黄铁矿、方铅矿、自然金、黄铜矿、钼铅矿、镜铁矿; 见钾长石化、绢云母化、硅化和碳酸盐化 | 黄铁矿、方铅矿、黄铜矿、自然金、碲金矿、石英、钾长石、方解石; 钾长石化、绢云母化、碳酸盐化   | 黄铁矿、方铅矿、黄铜矿、自然金、碲金矿、石英、钾长石、方解石; 钾长石化、绢云母化、碳酸盐化 | 黄铁矿、方铅矿、黄铜矿、孔雀石、自然金、石英、长石、方解石; 钾长石化、绢云母化、碳酸盐化      | 黄铁矿、方铅矿、黄铜矿、孔雀石、自然金、石英、长石、方解石; 钾长石化、绢云母化、碳酸盐化                               | 黄铁矿、石英、方铅矿、自然金、钾长石; 见钾长石化、绢云母化                 | 黄铁矿、石英、钾长石、绢云母、自然金等; 见钾长石化、绢云母化、硅化              | 黄铁矿、石英、钾长石、自然金、绢云母; 见钾长石化、绢云母化、硅化                 |

\* 据河北地质三队 (1986)、胡小蝶及本文作者资料综合而成。

2 东坪金矿

东坪金矿位于水泉沟二长岩体中 (图 1), 受东西向的东坪剪切带及其派生的次一级剪切、断裂构造所控制。这些构造主要有 3 组: NNE 走向, 倾向 NW, 倾角 35 ~ 55°; NW

©1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net



走向, 倾向 NW, 以及 NE 走向, 倾向北西, 倾角  $40 \sim 75^\circ$ 。这些构造中充填了黄铁石英英脉和蚀变岩型金矿床。

在东坪矿区可以见到典型的脆韧性剪切带。图 2 是东坪矿在 1 号矿体各个中段矿体的形态, 从图 2 反映了其共轭剪切的特征。图 3 示东坪金矿的剪切带与矿化的石英脉的关系。东坪的剪切带可以是韧性的 (图 3A), 可见糜棱岩, 也可以是脆性的 (图 3C) 呈透镜状, 也可以是脆韧性的 (图 3B 和 D)。石英脉可沿剪切带及其次一级的张裂隙中充填 (图 3D), 或者形成蚀变带型金矿床 (图 3B)。在显微镜下, 也可以见到黄铁石英英脉沿剪切裂隙充填的情况 (图 4)。亦即从宏观 (几公里至几十米) 到微观 (1mm) 均可见到剪切带控制金矿的形成。

在剪切带的控制下, 在东坪矿区形成两种矿体类型: 黄铁石英英脉型和蚀变岩型。剪切带一般位于石英脉之上盘, 或者石英脉充填于两个剪切带之间的次一级构造中, 例如 2 号矿体, 实际上充填在脆性的剪切带中。但在坑道中, 个别地方可见韧性剪切带, 过了 0.5m 左右, 又换成脆性剪切带。

蚀变作用一般发育于剪切带和石英脉的下盘。蚀变带和石英脉均构成矿体。蚀变作用主要是钾长石化和硅化。在钾化和硅化的蚀变带中有时可见到星点状的黄铁矿、自然金在其中产生, 有时可见到黄铁矿细脉和石英细脉。钾化是这个矿区的特征, 在蚀变岩中和石英脉中, 均可见到钾长石。

东坪的 1 号和 70 号矿体属于蚀变岩型。2 号和 22 号为石英脉型, 这种石英脉有时不只是一条大石英脉, 而是一群脉。这些脉沿走向延伸数百米, 厚几十厘米, 向下延伸数十米到 200m 左右。



图 4 含黄铁石英英脉沿剪切裂隙充填

Fig. 4 Microscope view of a pyrite-quartz veinlet filled into the brittle-ductile shear zone in Dongping mine

A—脆—韧性剪切带中充填的黄铁矿—石英细脉, 照片长约 0.8cm; B—系 A 放大而成, 石英中发现一些  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$  的包裹体, 该照片长约 0.1mm



3 讨 论

(1) 在冀西北地区, 存在着数条深大断裂带, 这些断裂带的活动, 一方面在其周围形成次一级的剪切带和断裂, 另一方面这些深大断裂也是剪切带, 而且很深, 这就为整个地区的构造格局、岩浆活动和金的来源提供了条件。

(2) 从冀西北地区  
和东坪地区的构造形变特征看, 康保—围场—赤峰深大断裂带是向南倾, 而尚义—赤城—北票深大断裂带是向北倾, 呈一共轭关系。这两个剪切构造带之间是向上升而形成内蒙台背斜, 它们的形变性质如图 5 所示。现用剪切带的基本原理来解释河北西北部构造形成的模式。

在中国的东北部, 在南北向主应力的作用下 (图 5), 在河北西北部形成了康保—围场—赤峰、丰宁—隆化、尚义—崇礼—赤城—平泉—北票和遵化—青龙东西向或近东西向的深大断裂。往东则有郯庐深大断裂呈 NE 向从华中穿过大半个中国直至东北。在这些深大断裂中, 郯庐深大断裂、康保—围场—赤峰深大断裂和尚义—崇礼—赤城—平泉—北票深大断裂是主要的。并且均呈十

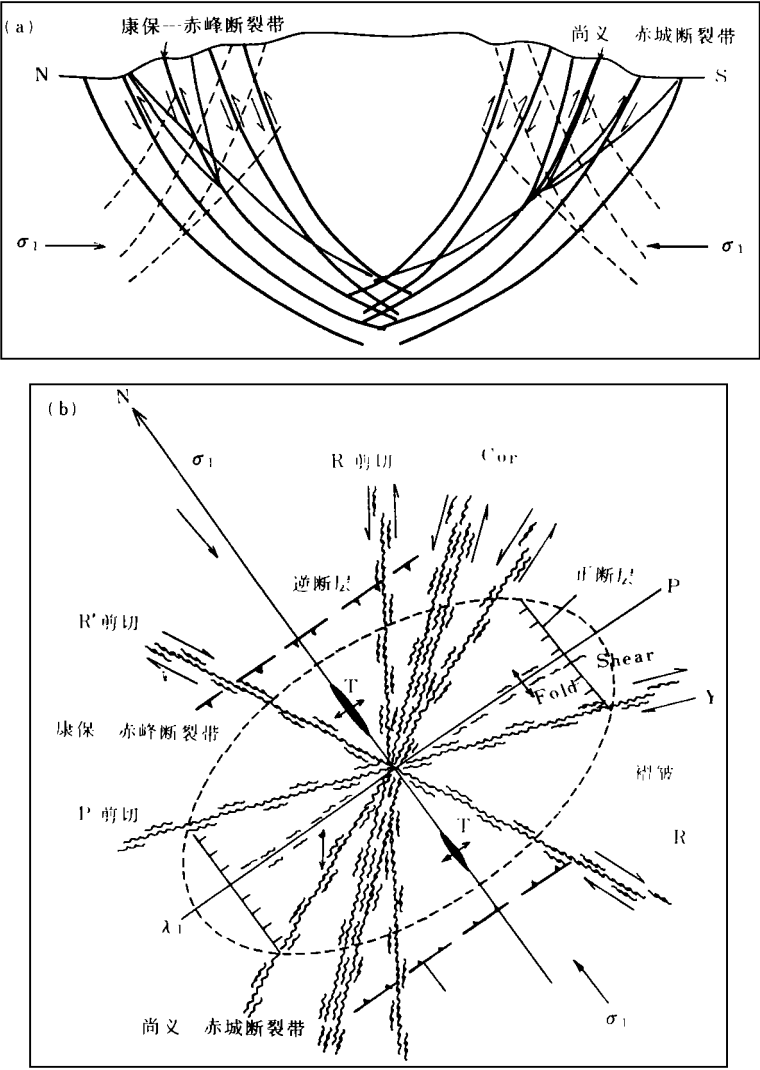


图 5 河北西北部构造演化和剪切带模式

Fig. 5 Tectono-mechanical model of North-West Hebei

分复杂的共轭的逆向深大断裂 (图 5)。南北向的主应力的作用不仅产生了以上这些深大断裂, 而且在这些深大断裂的附近形成了一系列的剪切带, 这包括 NW 向的  $R'$  剪切, NNE 向  $R$  剪切, NEE 向  $P$  剪切和 NE 向  $C$  剪切带 (图 4-B)。这些不同的剪切带也在东坪地区出



现。例如 NW 向的水晶屯—张全庄剪切带, 中山沟—小营盘, 下两间房—东坪均为  $R'$  剪切带, 而中山沟—水泉沟—东坪, 下双台—金家庄为  $X$  剪切带, 另外一些近东西向的剪切带或 NEE 向的可能是  $P$  带。金矿均产在这些剪切带或断裂中。

(3) 对东坪地区的金矿控矿构造的研究, 确定他们是属于脆韧性的(图 4B)。金矿产于桑干群变质岩和水泉沟二长岩杂岩体中, 其分布不受岩性控制, 而主要是受剪切带以及其所派生的次一级构造所控制。在东坪金矿可以见到这种典型的脆韧性剪切构造。

(4) 东坪地区的金矿有两种类型——是石英脉型与蚀变岩型。这种类型的不同可能是由于形变应力的不同, 或者是因为流体压力的不同而造成, 不管是那种类型, 其主要的控矿构造, 均是脆韧性的剪切带。

感谢河北省第三地质大队宋瑞先先生、东坪金矿地质科和武警黄金 14 支队的支持与帮助。

### 参 考 文 献

- 1 卢焕章. 从包裹体研究探索太古代一些金矿的成矿机理. 矿物学报, 1991, 11 (4): 289 ~ 297
- 2 胡小蝶, 赵嘉农, 李双保. 张宣地区太古代变质岩中脉金的成矿作用. 天津地质矿产研究所所刊, 1990, 22 号: 127

## DEFORMATION STYLE AND SHEAR ZONE CONTROL GOLD MINERALIZATION IN DONGPING AREA, HEBEI PROVINCE, CHINA

Lu Huanzhang<sup>①②</sup> Archambault Guy<sup>①</sup> Li Yuangsheng<sup>②</sup>

(① *Sciences de la terre, Université du Québec à Chicoutimi, Québec, G7H 2B1, Canada*

② *Institute of Geochemistry, Academia Sinica, Guiyang, Guizhou, 550002, China*)

**Abstract** The Dongping gold deposit is controlled by the EW Dongping shear zone and its subsidiary shears presenting an anastomosed pattern. The deformation in Dongping mine is variable from ductile to brittle—ductile. Along the shear zones, the mylonite alternates, within several meters, with brittle type shear fractures inducing lentil and open filling, then changing again to mylonite. conjugate and intensive parallel fracture zones was also observed giving a very complex pattern of fractures. According to field and laboratory investigation, it can be concluded that the behavior of Dongping shear zone anastomosed pattern belongs to the brittle—ductile type.

**Key words** gold ore deposit; shear zone; metallogenesis; Hebei