湖北银洞沟银金矿床正花状构造样式及控矿作用

李应平[1], 秦正永[2]
(1. 湖北银矿, 湖北 竹山 442218; 2. 国土资源部天津地质矿产研究所, 天津 300170)

摘 要: 湖北银洞沟银金矿床位于南秦岭造山带的武当巨型推覆体中的银洞沟逆冲推覆岩席中。该矿区中发育3条主要的韧脆性剪切带: 银洞沟韧脆性剪切带、姚家湾剪切带和西沟剪切带, 由北向南呈近等距分布, 在剖面上呈正花状构造样式, 控制着银洞沟银金矿床、陕西白河银矿、西沟隐伏银金矿和姚家湾铅锌银金矿等。

关键词: 银洞沟银金矿床; 正花状构造; 剪切带; 反冲推覆型剪切带; 控矿作用; 湖北省
中图分类号: P613; P618.52 文献标识码: A 文章编号: 1001-1412(2002)01-0019-08

南秦岭造山带经历了漫长的地质演化历程。其中武当地区是一个以武当群为主体的巨型推覆体, 同时也是一个大型的正花状构造(图1)[1]。索书田教授等(1995)指出, 地球上许多巨型造山带整体或其中的一些段落, 都具有正花状构造的几何特征。小至填图及露头尺度, 都具有相似性。其基本结构要素就是轴部(中央)的高角度走滑断层(或剪切带)和两侧或(上部)的逆冲带或褶皱-逆冲变形带。另外, 在横剖面上, 造山带正花状构造多具不对称性。即主走滑剪切带两侧发育的逆冲变形带规模或发育程度不同。

银洞沟银金矿床位于武当推覆体这个大型正花状构造中部, 光从较小规模分析, 众多实际资料证实, 银洞沟矿床及其外围几个成矿有利地段亦构成了一个初具规模的小型正花状构造。

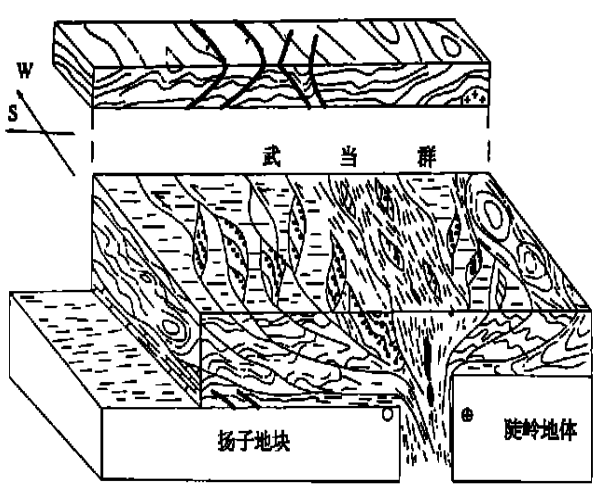

图1 具正花状构造特征的三维地壳构造样式
Fig. 1 Block diagram to illustrate the three-dimensional crust positive flower structure in the Wudangshan area.
(资料来自索书田等, 1995)

1 矿区地质特征

1.1 地层与岩石

矿区地层主要为元古宙武当群和震旦系耀岭河组。武当群由下部变火山岩组和上部变沉积岩组组成, 其中变火山岩组又分为下部变基性火山岩段和上部变酸性火山岩段。各地层间均以顺层滑脱剪切带构造界面划分(表1)。区域地层面理 S_0 呈SN向展布, 受后期改造 S_1 片理呈NEE向展布(图2)。

武当群岩石在矿区强烈糜棱岩化, 原酸性火山岩被改造成长英质糜棱岩化凝灰岩和长英质糜棱岩, 为矿区赋矿围岩, 原岩为碱性流纹岩、流纹质凝灰岩。变沉积岩主要为变泥质粉砂岩、变粉砂质泥岩等。耀岭河组以变石英角斑岩质含砾凝灰岩为主。区域变质程度为绿片岩相。

收稿日期: 2001-08-22; 修订日期: 2001-12-13
作者简介: 李应平(1973-), 男, 湖北应山人, 工程师, 1992年毕业于湖北省地质学校, 1994年进修于中国地质大学(武汉), 现在湖北银矿从事矿山地质工作。

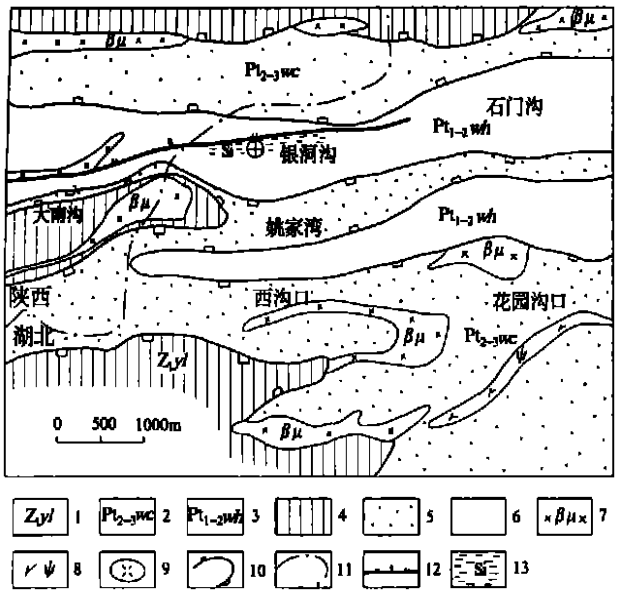

图 2 银洞沟矿区外围地质图
(据湖北第五地质大队, 1996, 修编)

Fig. 2 The geological map of surrounding area of Yindonggou mine

1. 震旦系下统耀岭河群 2. 元古界武当群变沉积岩组 3. 元古界武当群变火山岩组 4. 变石英角斑质含砾凝灰岩 5. 变泥质粉砂岩 6. 变石英角斑质凝灰岩 7. 变辉绿岩 8. 变辉石岩 9. 变流纹斑岩 10. 滑脱构造面 11. 省界 12. 逆断层 13. 硅化糜棱岩(Ag, Au 矿化体)

1.2 侵入岩

区域岩浆侵入活动不发育, 仅见少量加里东期基性、超基性岩和中酸性次火山岩、印支期碱性正长岩等。在银洞沟矿区周围分布有辉绿岩体, 银洞沟背斜核部有隐伏的变流纹斑岩。

1.3 矿区构造

矿区内初序次的构造为褶皱, 次序次的构造主要有剪切带和脆性断层等。

1.3.1 褶皱

区内褶皱构造由银洞沟背斜、西沟背斜共同构成正扇形复式背斜构造。矿区至少存在两期褶皱。早期为 NNE 向(20°~25°)、轴面向 SEE 倾的平卧褶皱。晚期褶皱近 EW 向(285°), 轴面向 S 倾, 倾角 55°~85°向西倾伏, 在矿区主要表现为晚期构造面貌。

1.3.2 剪切带及脆性断层

早期顺层滑脱型剪切带(面型)和晚期推覆型剪切带(线型)互相叠加[2]。面型剪切带主要发生在武当群变酸性火山岩组与变沉积岩组间(DF_2 滑脱面)。推覆型剪切带产于复式背斜的次级背斜核部, 有银洞沟剪切带、姚家湾剪切带和西沟剪切带。

矿区及外围后期脆性断裂发育, 它们显示挤压的特点, 规模较大的有银洞沟剪切带南北侧分布的 F_1, F_2 两条走向断层。

2 矿区正花状构造

地球上大多数造山带均有正花状构造的发育, 反映了剪切及挤压作用的综合变形场, 是陆-陆或硅铝壳块体间斜向会聚、碰撞地球动力学体制的必然结果。正花状构造其基本结构要素有两个, 一是下部或中央的高角度走滑断层或断裂带; 二是上部或两侧的呈背冲形式的逆冲、褶皱变形带, 这两个条件在银洞沟及外围正好存在。

矿区主体构造表现为推覆型的近 EW 向剪切带。从北到南大致等距分布着 3 条剪切带: 即银洞沟韧脆性剪切带、姚家湾剪切带和西沟剪切带。3 条剪切带均发育于复式背斜的次级背斜轴部。它们在剖面上构成了明显的正花状构造样式。图 3 为银洞岩—西沟口实测地质构造剖面①, 从这条剖面观之, 在中间部位的姚家铺, 出现高角度的走滑逆冲断层及剪切带, 而两侧银洞沟及西沟则为明显的背冲形式的逆冲褶皱变形带及扇形剪切带(即正花状构造)。这与图 1 中素描的武当地区正花状构造样式基本面貌相似, 只是反映的尺度有所差别。从图 3, 图 4 已可看出银洞沟及其外围成矿区构成的小型正花状构造组合。仔细剖析, 在银洞沟至银洞岩, 属矿区北部地区。武当群变火山岩组以断层形式直接与震旦系耀岭河组接触, 缺失变沉积岩组, 反映了区域上由北向南的块体逆冲碰撞, 形成银洞沟反向逆冲剪切带 。由于局部应力不协调致使古变形场应力平衡, 致使从银洞沟—西沟出现双向变形带, 这就形成了正花状构造。

武当群早期顺层滑脱剪切及后期的逆冲推覆剪切形成了一系列的双向变形带和双重逆冲构造。这类构造特征不仅在武当腹地十分明显, 而且在其周边地区也有显著的表现。反映了上部构造层次的滑脱面缓倾角下切, 铲削滑脱层使其显著变薄。有的地

①秦正永等. 湖北银洞沟大型银金矿外围西沟隐伏银金矿预测研究(科研报告). 天津: 天津地质矿产研究所, 1996.

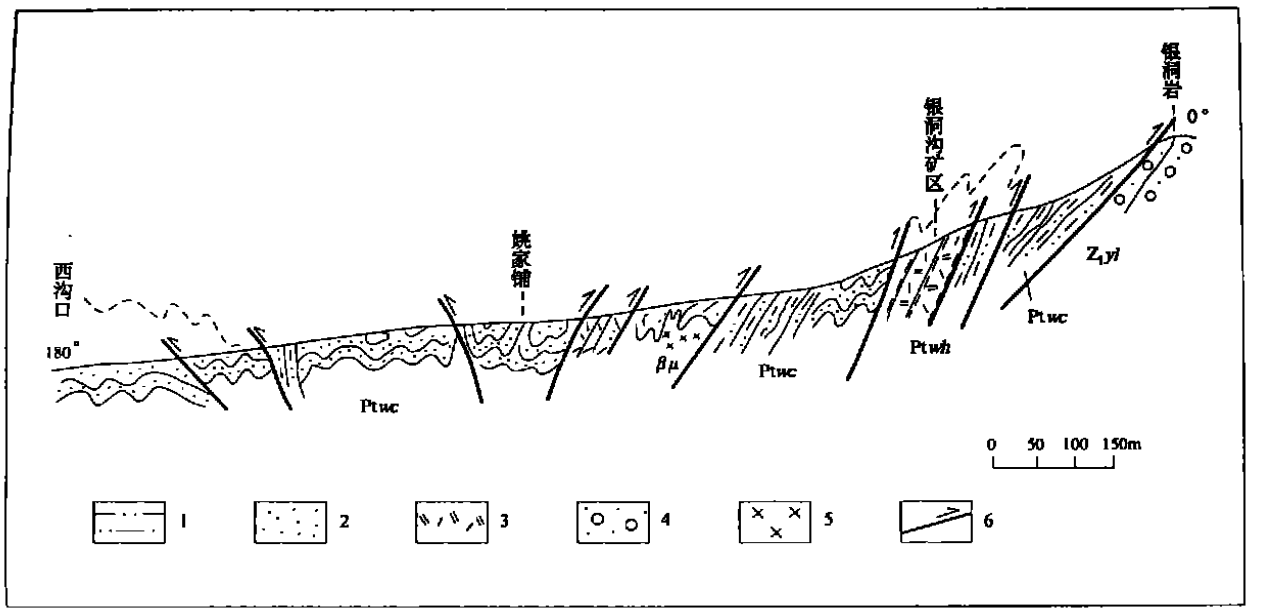

图 **3**　武当地区银洞岩—西沟口构造剖面图(据秦正永等, 1996, 改编)

Fig. 3　Yindongyan-Xigoukou section in Wudang area

1. Ptwc 武当群泥质粉砂岩　2. Ptwc 武当群粉砂岩　3. Ptwh 武当群变酸性火山岩

4. Z_1yl 震旦系耀岭河群　5. μ 辉绿岩　6. 逆冲断层

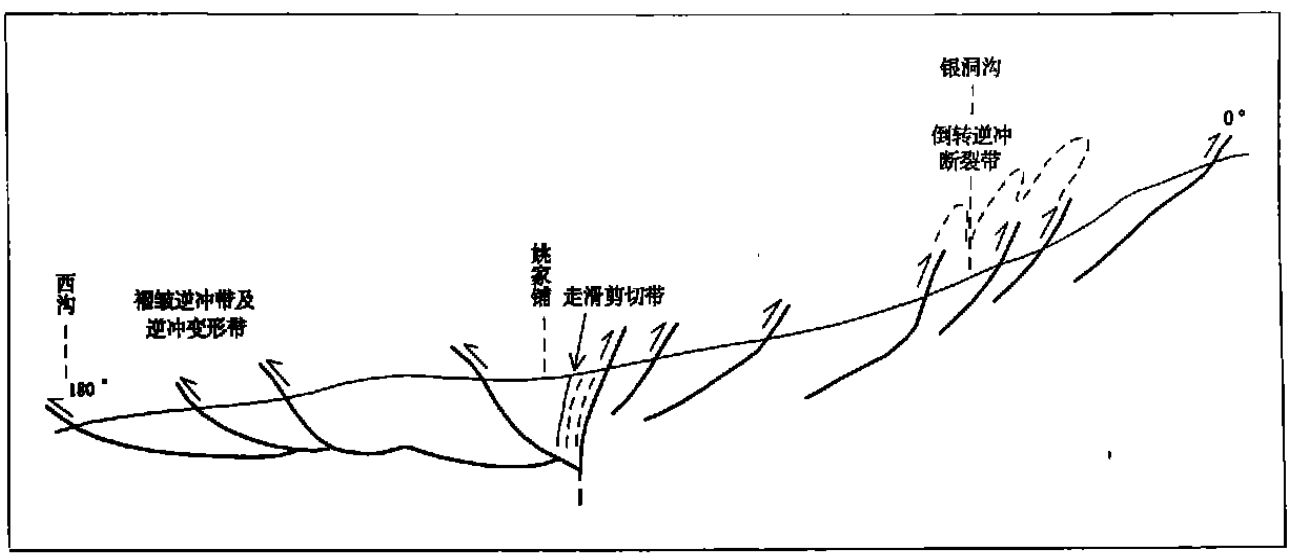

图 **4**　银洞沟矿区及外围正花状构造样式横剖面图

Fig. 4　Sketch structural section in Yindonggou area

方数百米厚的地层被铲削后仅残留几米或几十米厚。如分布于左吉断裂及附近两侧的震旦系(Z) —寒武系(∈), 早期滑脱于武当群之上, 但其地层产状变化不大, 而在后期(逆冲推覆期) , 左吉断裂的逆冲, 又把它们切断分割, 震旦—寒武系产状明显与武当群不同, 并在断层带中部分形成“双重逆冲构造”(duplex) 如图 5 所示。

总归, 秦岭造山带是一条复合型的大陆造山带, 早期(印支期前) 出现伸展滑脱, 晚期(印支期) 全面碰撞, 形成一系列自北而南的推覆岩片。在各推覆岩片的前锋带, 由于应力矢量的斜交或碰撞块体的不平直边界等原因, 产生局部的反冲断层及反冲剪切带, 自然就构成区域内不同尺度的扇形(背形) 结构, 亦即正花状构造的格架。

组成正花状构造的银洞沟、姚家湾、西沟剪切带的规模, 变形特征简述如下:

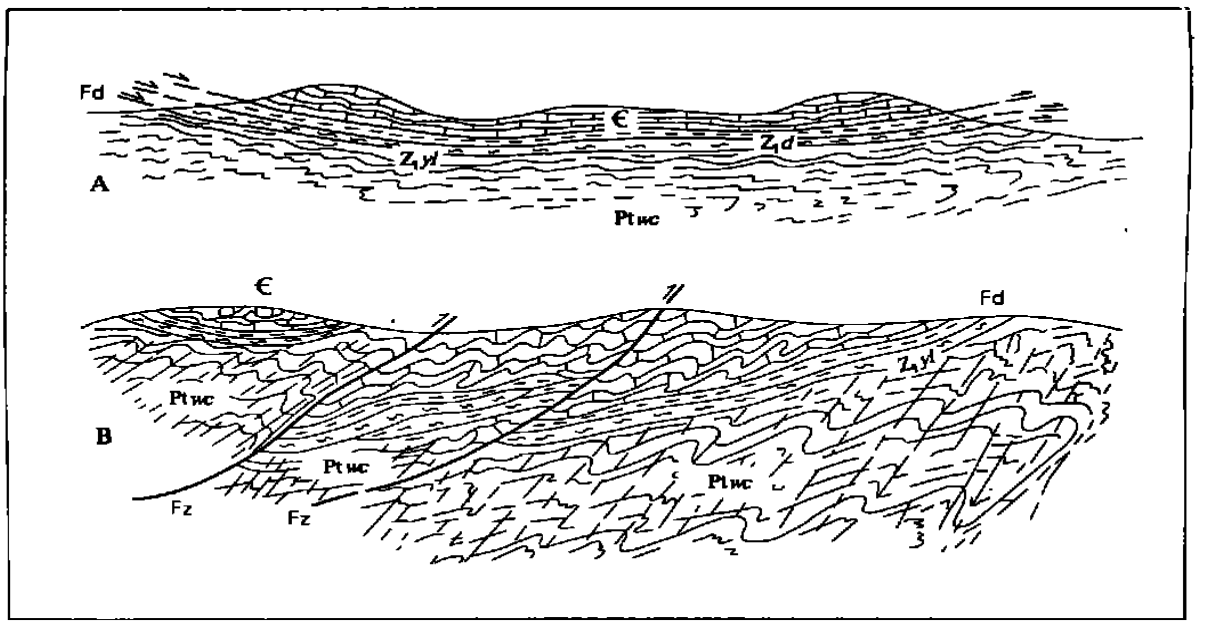

图 5 震旦—寒武系中滑脱构造及左吉断裂发展演化模式(据秦正永等, 1997)

Fig. 5 Evolutionary model of detachments in strata of Cambrian-Sinian series

A. 震旦—寒武系中滑脱剪切使其与武当群变沉积岩组接触 B. 左吉断裂的作用使上部滑脱层在武当群中呈残留岩片或在断裂中呈"双重逆冲断层"构造 €. 寒武系 Z_2d. 上震旦统陡山沱组 Z_1yl. 下震旦统耀岭河群 Ptwc. 武当群变沉积岩组上段 Fd. 顺层型滑脱韧性剪切带 Fz. 左吉断裂

2.1 银洞沟韧脆性剪切带

带宽 0.5 km, 长大于 2.5 km, 走向近 EW, 倾向 S, 倾角> 75°; 0 线以西向 W 倾伏, 倾伏角 20°~30°。剪切带沿银洞岩背斜轴部发育, 叠加在轴面劈理 S_0 之上, 常沿劈理域发育为微型剪切带。S-C 构造发育在矿区东部的糜棱岩化凝灰岩中和长英质糜棱岩中, 密集的 C 面理和 S 面理一起构成"豆荚状"构造。早期顺劈理的石英脉被挤压成为无根勾状褶曲, 甚至成孤立的石英团块。根据剪切带的产状(向 S 陡倾) 及应力场环境, 推断其性质应为右行推覆剪切性质。

该区褶皱构造经历了两期以上的叠加, 早期褶皱枢纽为近 SN 向, 约 20°~25°, 轴面向 E 倾。晚期为近 EW 向, 向 S 倾斜, 倾角较陡 55°~85°, 在矿区目前主要表现为晚期构造面貌, 片理大多为 EW 向, 其发生时间大约在印支期。

2.2 姚家湾剪切带

姚家湾剪切带与银洞沟剪切带、西沟剪切带大致呈等距分布, 与二者的距离为 600 m, 仍属推覆型韧-脆性剪切带, 其变形程度不如银洞沟, 但脆性断裂更为发育, 剪切面理或糜棱面理基本沿 S_2 发育, 当然在 S_3 膝折阶段沿其轴面劈理亦发生微劈理。这些微劈理中亦可见剪切作用出现的 S-C 组构等, 我们认为剪切作用从 S_2—S_3 一直存在。

剪切带走向仍为近 EW 向, 陡倾斜, 倾角 80°~90°, 近于直立, 较大尺度可见明显的走滑断层。

姚家湾剪切带位于正花状构造格架的中央, 由于高角度逆冲自然出现较发育的走滑断层, 而且延伸较深, 整个剪切带平行于银洞沟剪切带分布, 宽 150 m。南北边界为渐变过渡。剪切带内面理构造发育具 S-C 组构, 并可见退变质的绿泥片岩。

2.3 西沟剪切带

该剪切带仍属韧脆性, 走向近 EW, 均向 N 倾, 倾角 70°~85°, 剪切带位于西沟复式褶皱轴部, 以背斜发育之, 西沟背斜与银洞沟背斜构成了正扇形的正花状构造格架。它以强烈的构造变形带为其特征, 经历了复杂的构造变形历史:

(1) 原始层理(S_0)。S_0 面理已完全被置换, 只在局部地方可见到, 具明显沉积韵律的砂岩中偶可见 S_0 面理, 其方向为 SN 向(图 6)。

(2) S_1 面理。系原始层理紧闭褶曲所形成的轴面劈理, 翼部与 S_0 及 S_2 或 S_3 平行, 转折端部位可与 S_0 直交。

(3) S_2 面理。亦称之为分异层理或早期糜棱面理, 属强韧性变形和完全置换的产物, 紧闭的褶曲作用和强烈的韧性剪切变形, 出现剪切带内成分层、位移及糜棱岩带(图 7)。

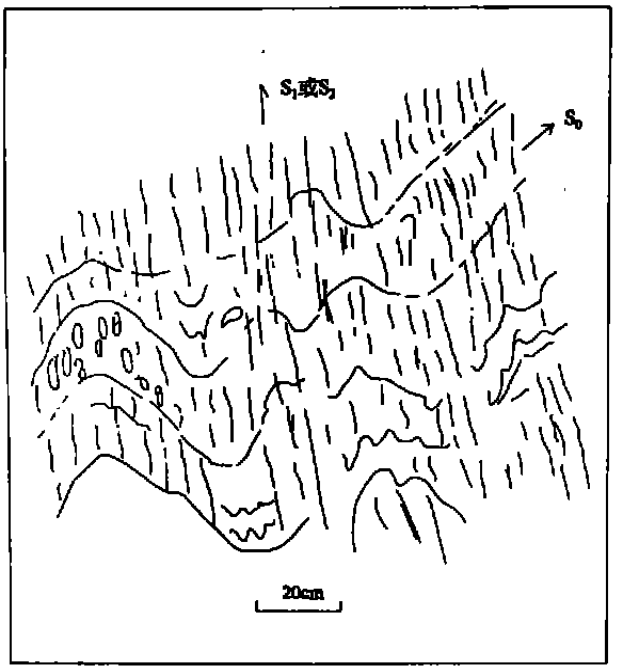

图 6　含砾粗砂岩中置换面理

Fig. 6　Transposition planes in pebble-bearing sandstone

含砾粗砂岩中 S_0 被 S_1 或 S_2 完全置换, 砾石平行 S_1 或 S_2 分布, 明显可见成分层褶曲(西沟)

(4) S_3 面理。为分异层理或糜棱面理(S_2)的不对称褶曲的轴面劈理, 亦为西沟地区异常发育的面状构造, 与区域构造线方向一致, 应属正花状构造形成时的面状构造, 在该区亦显示出扇形构造特征。即在银洞沟背斜表现为向 S 倾斜, 在西沟背斜则表现为向 N 倾斜(图 8)。

通过上述论述, 银洞沟-西沟地段位于武当推覆体内, 前人称银洞沟推覆岩席。在整个武当推覆体内, 早期(或原始)褶皱方向轴面为 NE-SW。晚期发生逆冲时 NWW-SEE 叠加于其上, 而且在逆冲岩席内还会发生旋转(左旋或右旋), 再加之局部地区反向逆冲, 以及双向变形带出现, 出现规模不等的正花状构造样式是完全可以理解的。只是以前人们不太重视这个问题。自索书田(1995)提出后笔者在此重笔, 以利深入认识武当各推覆岩席的构造样式。

3　控矿作用

银洞沟矿区及外围小型正花状构造是以三条韧-

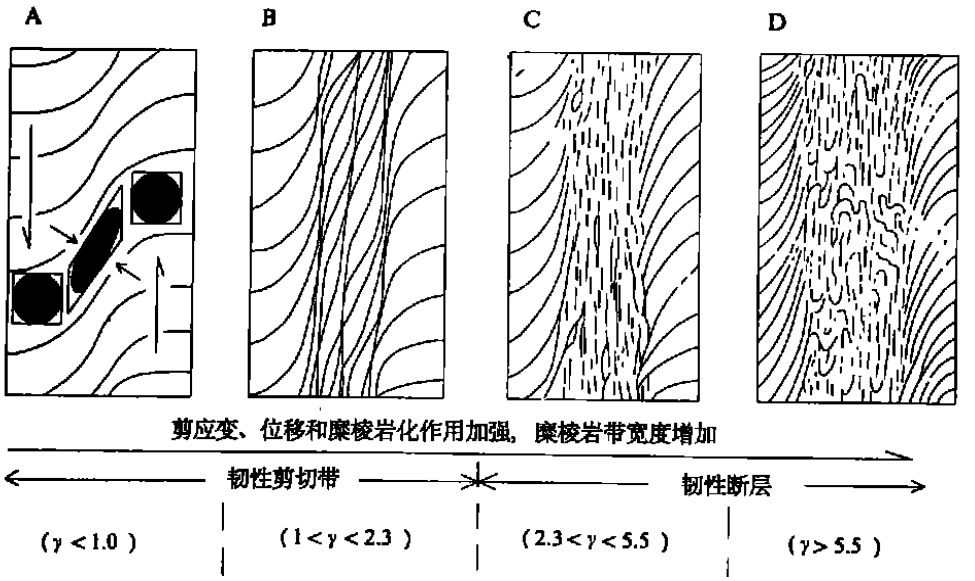

图 7　韧性剪切带递进变形模式(据张家声, 1988)

Fig. 7　Aggrading deformation model of ductile shear zones

脆性剪切带的发育为特征。已知已进行开采的银洞沟韧-脆性剪切带控制了大型银金矿床。秦正永等(1996)对西沟韧-脆性剪切带进行了研究, 根据物化探等异常综合分析预测西沟深部(在 400 m 以下)存在隐伏银金矿。姚家湾剪切带的成矿远景研究尚未系统进行。

从区域上看, 武当地区控矿作用可分为伸展滑脱构造期(加里东—海西期)控矿及逆冲推覆期(印支期—燕山期)控矿。其中, 伸展滑脱构造面(DF_1-DF_4)是控制本区金银多金属矿分布的控矿界面(表 1); 逆冲推覆构造是对先期形成的矿床(点)进行改造、富集, 使之最后定位。矿床的产状及成矿时期主

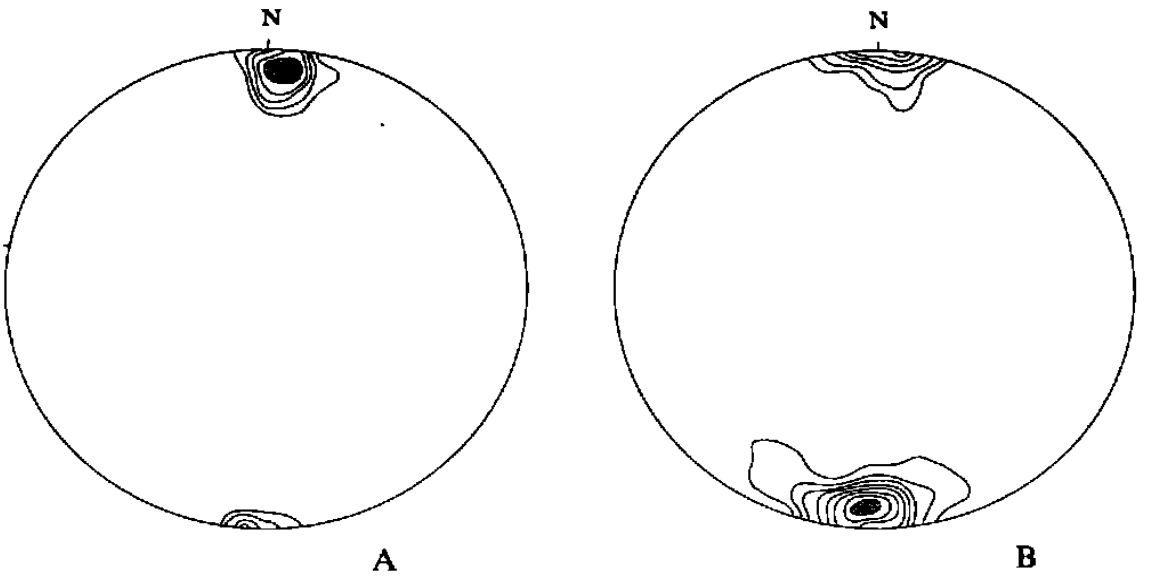

图 **8** 银洞沟—西沟 S_3 面理极密图

Fig. 8 The contour diagram of S_3 plane structure of Yindonggou-Xigou area

A. 银洞沟矿区, S_3 面理产状 184∠78, n= 32, 等值线 10% ～50% (间隔 10)

B. 西沟矿区, S_3 面理产状 360∠78, n= 45, 等值线 5% ～40% (间隔 5)

表 **1** 武当地区成矿构造-岩石地层柱

Table 1 The relationship bdtewen mineralization and tectono- lithdogy in Wudang area

构造岩石地层		主要岩性	滑脱构造面	岩浆岩侵位特征	构造特征	成矿特征
石炭系		碳酸盐岩、泥岩、碎屑岩			开阔的挤压褶皱, 枢纽为近 EW 向, 脆性断裂	弱的汞矿化
泥盆系		碳酸盐岩、泥岩、碎屑岩			较开阔的挤压褶皱, 枢纽为近 EW 向, 脆性或韧脆性断裂	强的金锑矿化及弱的汞砷矿化, 沿顺层断裂为共轭剪切断裂变化
志留系		绢云千枚岩、板岩、变砂岩、硅质岩、泥灰岩			近 EW 向挤压褶皱, 强变形带中多柔流褶皱	弱金、铜矿化
奥陶系		碳质板岩、硅质岩、泥灰岩、绢云片岩、千枚岩	DF_5	小岩体或岩床形式侵入的辉绿岩或钠沸石玄武岩	早期为近 EW 向滑脱褶皱, 塑性变形发育, 掩卧褶皱, 韧-脆性剪切带	较强的金砷矿化, 以脉状、似层状为主
寒武系		纯灰岩、碳质板岩、石煤、硅质板岩、含磷结核			早期为 NE 或近 SN 向滑脱变形, 晚期为 EW 向挤压变形	
上震旦统	灯影组	白云岩、白云质灰岩含硅质白云岩		小岩体, 岩株形式的基性岩	早期为滑脱变形为主, 晚期为挤压变形为主	强的铅锌矿化、滑石化, 以脉状或顺层断裂充填
	陡山沱组	绢云片岩、砂岩、绿泥片岩、变含钙质薄层绢云片岩			强片理化, 并有蓝闪石等高压相系矿物组合	强的铜金矿化。金矿化以似层状为主
下震旦统	耀岭河组	变基性火山岩、绢云片岩和含砾凝灰岩	DF_4	顶部有石英正长斑岩, 基性、超基性岩侵入	韧性-脆性剪切带、塑性变形程度低于武当群	金矿化, 以脉状为主
武当群	变沉积岩组	变长石砂岩、粉砂岩, 局部含有火山碎屑岩	DF_3	顶部有闪长玢岩, 岩床形式的基性、超基性岩, 正长斑岩	多为近 SN 向的滑脱开阔褶皱	强的金银矿化和弱的铜铅锌矿化, 似层状或脉状
	变酸性火山岩组	变中酸性火山岩、凝灰岩、碎屑岩	DF_2	顶部变质的基性岩和流纹斑岩侵入	糜棱岩发育, 强塑性变形褶叠层	弱的铜矿化、铅锌矿化和弱的金矿化, 似层状或脉状
	变基性火山岩组	变基性火山岩、火山碎屑岩	DF_1		似片麻状构造的变形"构造", 塑性变形, 鞘褶皱发育	

要表现为逆冲推覆构造期的作用。这两种构造样式及作用绝不能孤独存在, 或把它分割开来, 否则就不能全面地分析、认识武当地区的构造演化历史及对成矿的控制作用。银洞沟—西沟地区正花状构造是由逆冲推覆构造作用形成的, 无疑它对成矿是起着至关重要的作用。

雷世和等(1995)早已总结出这个规律: 银洞沟矿区主体表现为推覆型的 EW 向剪切带, 剪切带内拉伸线理由糜棱岩的拉长石英杆成分差异体的拉伸棒为代表, 第 0 勘探线以西线理向 E 倾伏, 倾角为 20°～30°; 根据剪切带剪切运动期间形成的寄生褶皱、糜棱岩中的 S-C 组构、残斑的旋转构造, 可确定为左行剪切性质。

在矿区内一组随倾向的控矿劈理或糜棱面理(S_2—S_3)是主要的控矿构造, 在缓倾斜的面理(S_1)中也有先期形成的矿体。含矿石英脉均产于这些构造面中。

应指出, 该剪切带在后期有脆性断裂叠加, 主要表现为挤压性质的断裂在韧性剪切带有多次出现, 其产状相同。断裂带中透镜状无根石英脉呈斜列式、褶曲式产出, 挤压片理发育, 它明显地叠加于韧性变形带上。这种脆性断裂是剪切带在同一方式地应力作用下浅部层次的变形效应, 对该区成矿是十分有意义的。

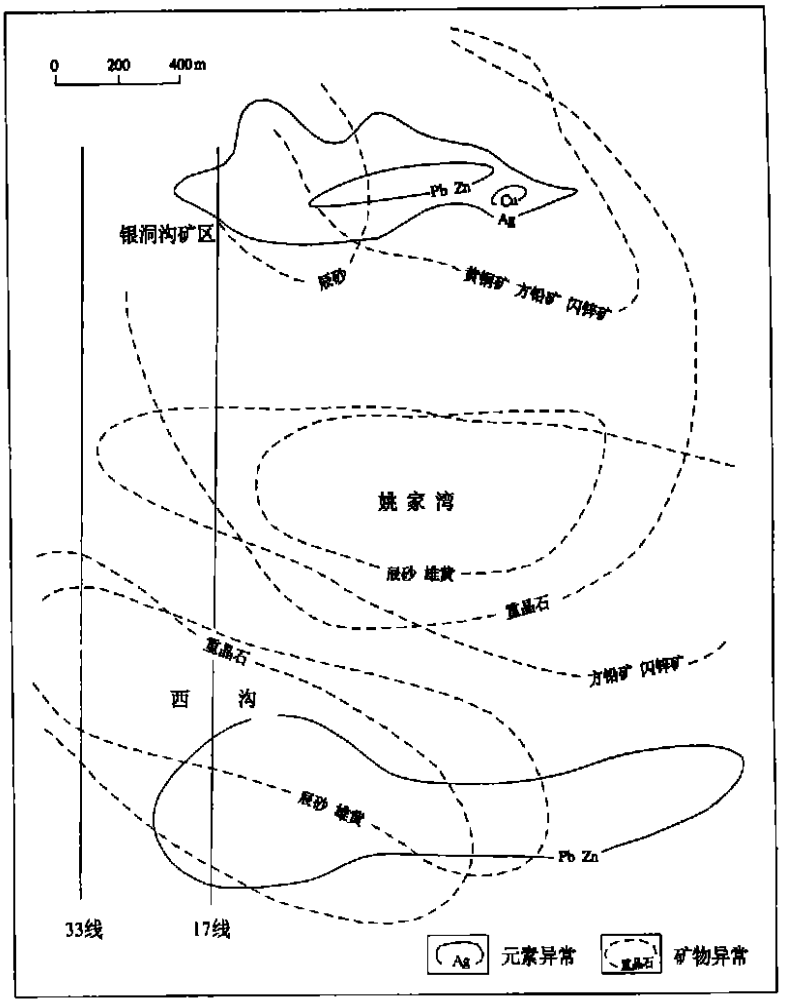

图 **9**　银洞沟—西沟地区区域化探、自然重砂异常颁图

Fig. 9　Distribution map of regional geochemical exploration and anomaly of heavy minerals in Yindonggou-Xigou area

我们认为, 该区在伸展滑脱期形成的 SN 向构造以及面型糜棱岩受逆冲推覆构造发生褶皱, 面理构造置换。目前所见银洞沟背斜, 轴面发生反"S"型扭动, 东端向 N 倾, 西端向 S 倾, 背斜核部为 EW 向, 轴面劈理带是 Au, Ag 矿化的重要赋矿部位。

银洞沟及西沟等外围矿点, 异常分布特征的构造分析表明, 矿体分布是 EW 向, 而原始矿源层或矿床、矿田分布应为 SN 向, 这种规律早被前人(陈晋镳等, 1991)提出, 这就是正花状构造控矿作用的实际佐证。

笔者通过分析银洞沟—西沟地区区域化探、自然重砂异常分布图(图 9), 认为银洞沟、西沟、姚家湾三条剪切带均处于次级背斜核部, 并且反映在化探异常和重砂异常图上, 自北而南有规律地分布 3 个异常带(北带、中带、南带), 均呈 EW 走向平行分布。北带 Ag 异常明显, 中带和南带均出现 Pb, Zn 异常, 它们均与相应的重砂异常带重合。3 个异常带由北向南基本等距分布。重砂异常重矿物分布显示成矿温度由北向南, 在地表有逐渐降低趋势, 也反映了实际"赋矿层"向南埋深加大。因而从物、化探及重砂异常角度看中带(姚家湾剪切带)也有赋存铅锌(铜)银金多金属矿的可能性。而且赋矿层位埋深大于银洞沟银金矿床, 略高于西沟隐伏矿。

姚家湾剪切带是一条有利的构造控矿带, 其与西沟、银洞沟矿床是正花状构造控制下南北方向等距分布的三胞胎。

致谢: 本文在整个成文过程中, 得到湖北银矿华福奎矿长、高级工程师, 喻成珠高级工程师, 周卫东、

魏兴炎工程师的指导和大力协助,以及打字车间的支持,在此表示诚挚的谢忱。

参考文献:

[1] 索书田, 侯光久, 魏启荣, 等. 造山带内部的正花状构造[J]. 湖北地质, 1995, (1): 1-12.

[2] 秦正永. 武当地区构造解析及成矿规律[M]. 北京: 地质出版社, 1997.

[3] 富世和, 秦正永, 张子才, 等. 武当群构造特征及其演化[J]. 湖北地质, 1995, (1).

THE POSITIVE FLOWER STRUCTURE PATTERNS AND ITS CONTROL ON SILVER AND GOLD ORE DEPOSITS IN YINDONGGOU, HUBEI PROVINCE

LI Ying-ping[1], **QIN Zheng-yong**[2]

(1. *Hubei Silver mine, Zhushan* 442218, *China*;

2. *Tianjin Iustitute of Geology and Mineral Resources. Tianjin* 300170, *China*)

Abstract: Yindonggou silver and gold ore deposit, Hubei are located in Yindonggou thrust sheet of Wudang mega-scale nappe of South Qinling Orogen.

In the mine area, there are three major ductile- brittle shear zones: i.e., Yindonggou ductile-brittle shear zone, Yaojiawan ductile brittle zone and Xigou shear zone. They are distributed in equal distance from south to north showing a sectional positive flower structure. The structure pattern controls Yindonggou silver and gold ore deposit, Beihe silver ore deposit of Shanxi province., Xigou silver and gold ore deposit and Yaojiawan lead, zinc, silver and gold ore deposits etc.

Key words: Yindonggou sivler and gold ore deposit, positive flower structure. shear zone, thrust shear zone controlling ore effects; Hubei province