

滇中小水井金矿床控矿构造与矿化富集规律

周云满¹, 毛景文², 张长青²

(1. 云南黄金矿业集团股份有限公司, 昆明 650215; 2. 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

[摘 要] 构造控矿是小水井金矿床的主要特点, 本文通过对矿床控矿构造空间形态、构造岩分带、活动期次、力学性质、矿床构造类型的研究, 认为小水井金矿床受控于区域三级断裂(F_3), 其内更次级的断层、剪切裂隙破碎带、层间破碎带控制了矿体的空间产出位置; 矿床控矿构造类型为脆-韧性剪切断裂构造, 构造破碎带起码经历了三期应力作用的改造, 早期为压扭性韧性剪切变形, 中、晚期为张扭性脆-韧性剪切变形, 后期为脆性剪切作用—形成碎裂状岩石; 矿床金矿化作用主要与中、晚期的脆-韧性剪切变形作用有关, 发生在脆-韧性剪切变形阶段或稍晚。进而总结了金矿化富集规律, 指出在断裂产状变化地段、不同方向断层交切附近、破碎带的膨大部位, 是厚大透镜状矿体富集的有利空间; 破碎带变窄地段, 矿体变薄、尖灭, 形成脉状矿体。

[关键词] 地质学 控矿构造 矿化富集规律 小水井金矿 滇中

[中图分类号] P618.51 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2009)05-0588-07

Zhou Yun-man, Mao Jing-wen, Zhang Chang-qing. The Ore-controlling structures and the regularities of the mineralization enrichment of the Xiaoshuijing gold deposit in middle Yunnan[J]. *Geology and Exploration*, 2009, 45(5): 588-594.

断裂构造与金成矿作用关系密切, 研究控矿断裂构造发育特征及其与金矿化的关系对指导找矿具有非常重要的理论和现实意义^[1-8]。小水井金矿床是哀牢山金矿带典型的脆-韧性剪切构造破碎带蚀变岩型金矿床^[9-11], 自20世纪90年代初发现以来, 经过不断的勘查和开发, 矿床规模不断扩大, 目前已达中型, 但矿床的研究程度较低, 仅限于对矿床地质特征的初步研究^[12, 13], 大量地质信息没有充分整理、提取和利用, 矿床成因、成矿机制和控矿因素等研究不足, 文章通过对矿区深入调查和控矿断裂空间形态、构造岩分带、活动期次、力学性质、矿床构造类型的研究, 总结了金矿化发育特征及富集规律, 以期能对红河断裂东侧龙岗金矿带的找矿工作有所启示。

1 区域地质背景及矿床地质概况

小水井金矿床处于扬子准地台与唐古拉-兰坪-思茅褶皱系两个一级大地构造单元的交接部位(哀牢山变质带及红河断裂)的东侧边缘川滇台背

斜滇中中台陷楚雄凹陷西南部龙岗背斜一带^[14]。楚雄凹陷内地台具典型的结晶基底和盖层双层结构特点。结晶基底由下元古界哀牢山群、大红山群复理石和钠质火山岩建造(细碧-角斑岩建造等)组成, 具优地槽特征, 经吕梁运动固结形成结晶基底。中元古代至中三叠世为一长期隆起的地区, 总体为一地垒构造的核部。盖层为上三叠统含煤磨拉石建造和侏罗系~新近系红色砂泥质建造与膏盐建造、陆相含煤碎屑岩建造等。岩浆活动, 有吕梁期和晋宁期的中酸性岩浆侵位、华力西期的镁铁质岩-超镁铁质岩体、燕山晚期的酸性侵入岩体及喜山期的煌斑岩脉。区域构造形变相应比较简单, 结晶基底中北东东、南北向褶皱和片理发育, 片麻岩的片麻构造多呈西北向。中新生代盖层中以西北向褶皱和剪切断裂为主, 少数呈南北向, 褶皱一般开阔对称, 局部可能因基底断裂影响呈紧密线状排列。区域构造的形成受印度板块向欧亚板块的俯冲-碰撞造山-挤压走滑作用的制约^[14]。与造山作用有关的脆-韧

[收稿日期] 2009-03-04; [修订日期] 2009-07-01。[责任编辑] 杨欣。

[基金项目] 原云南地矿资源股份有限公司科研项目“云南省楚雄市龙岗金矿带成矿规律及成矿预测”资助。

[第一作者简介] 周云满(1965年—), 男, 2008年毕业于中国地质大学, 获博士学位, 正高级工程师, 长期从事地质矿产勘查、矿床地质及找矿预测研究工作。

性剪切构造破碎带热液蚀变岩型脉状金矿床是区域内重要的矿床类型^[15-20],在哀牢山造山带的哀牢山断裂西侧(哀牢山西侧金成矿带^[10])发育了老王寨、金厂、长安、大坪等大型金矿床;在红河断裂东侧沿龙岗背斜(红河金成矿带^[10]或龙岗金矿带^[9,11])已发现金矿床(点)十余处,小水井金矿床是目前在该区(带)发现的典型金矿床,规模已达中型。

矿区出露地层为 T_3y^{2-1} 深灰色中~厚层状泥质灰岩、微~细晶灰岩夹浅灰、黄绿色薄层状钙质泥岩、砂岩,厚 285m; T_3y^3 为浅黄绿、灰色钙质泥岩、粉砂岩、泥质粉砂岩,下部夹泥灰岩透镜体及钙质页岩,厚度大于 280m。矿区构造总体为西北向展布的破背斜,断裂主要有西北向张扭性正断层(F_2 、 F_3 、 F_5 、 F_{11})和东北向(F_1 、 F_9)及北西西向(F_7)横断层。 F_3 断层发育于背斜核部,为矿区主要控矿和赋矿断层。岩浆岩仅有正长斑岩岩脉及云斜煌斑岩脉体,零星分布于 T_3y 地层及其矿化破碎带中。

矿区初步探明金矿体 11 个(I_1 、 I_2 、 I_3 、 I_4 、

II_1 、 II_2 、 II_3 、 III_1 、 III_2 、 III_3 、 III_4) ,矿体空间分布范围受控于 F_3 断裂破碎蚀变带,其产状与断层大体一致或略有斜交,同一矿带中的矿体在平面和剖面上平行排列(图 1)。矿体长 200~780 m,倾斜延深 50 至大于 200 m,厚 0.80~48.81 m,平均 7.86 m,金品位 $(1.03 \sim 5.95) \times 10^{-6}$,平均 1.63×10^{-6} 。金属矿物主要为黄铁矿、褐铁矿、赤铁矿、自然金,偶见铁闪锌矿、方铅矿、孔雀石、异极矿。脉石矿物主要为石英、方解石、白云石、粘土质矿物,有少量的玉髓、蛋白石、萤石、重晶石等。石英、褐铁矿(黄铁矿)为金的主要载体矿物。矿石结构有微~细粒结构、中粒半自形及不规则粒状结构、紧密镶嵌结构、星点状或浸染状结构为主,砂屑斑状压碎结构、不等粒嵌布变晶结构、交代边缘胶状结构次之。矿石构造以脉状、网脉状、斑点状构造为主,块状、皮壳状、骨架蜂窝状、土状粉末状构造次之。据电子探针测定,金在反光镜下呈金黄色,圆粒状、不规则状,粒径 0.003 mm 左右,主要以单矿物存在,赋存状态有包裹金、裂隙金两种^①。

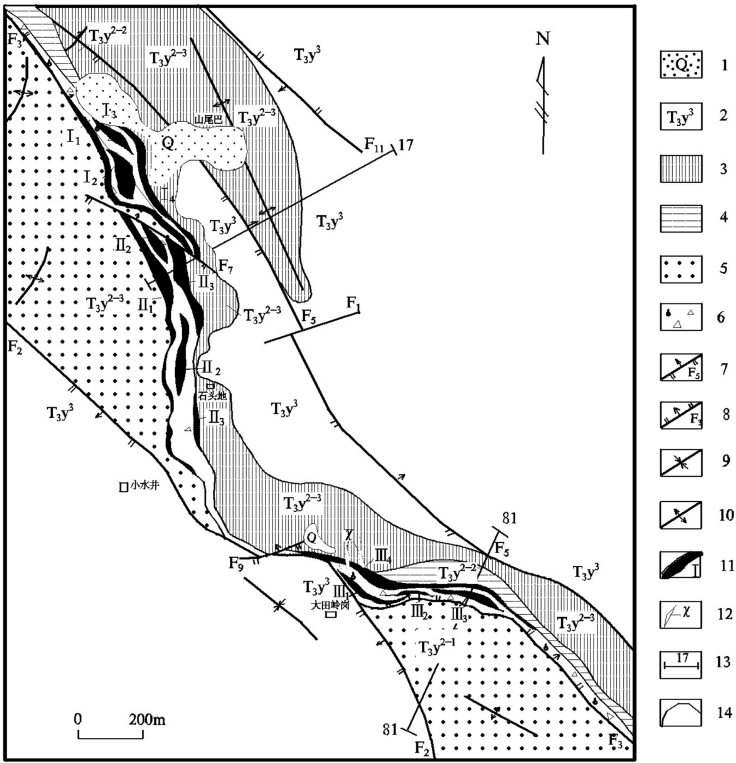


图 1 小水井金矿地质图(据①修编)

Fig. 1 Geological map of the Xiaoshuijing gold deposit (modified after ①)

1—第四系;2~5—上三叠统云南驿组;2—第三段(T_3y^{2-3});3—第二段泥灰岩(T_3y^{2-3});4—第二段砂岩(T_3y^{2-2});5—第二段灰岩(T_3y^{2-1});
6—断层带;7—逆断层;8—正断层;9—向斜轴;11—金矿体及编号;12—煌斑岩;13—勘探线及编号;14—不整合界线
1—Quaternary sediments;2~5—Upper Triassic Yunnanyi Formation;2-3rd(T_3y^{2-3});3—marl of 2nd member(T_3y^{2-3});4—sandstone of 2nd member(T_3y^{2-2});5—limestone of 2nd member(T_3y^{2-1});6—fault zone;7—reverse fault;8—normal fault;9—synclinal axis;10—anticlinal axis;11—gold ore body and its serial number;12—lamprophyres;13—exploration line and is serial number;14—unconformity

① 云南地矿资源股份有限公司曲靖公司. 云南省楚雄市小水井金矿普查地质报告, 2003.

2 控矿构造特征

2.1 控矿构造空间形态

小水井金矿控矿构造为 F_3 断裂构造,在矿区内走向总体呈北北西向,倾向北东,地表倾角 45° 左右,向下变陡为 $60^\circ \sim 70^\circ$ 。出露长达 2 km 以上,在走向上被 F_7 、 F_9 两条平移断层切割成三段,中北部山尾巴-石头地矿段走向 $340^\circ \sim 355^\circ$,倾向 $60^\circ \sim 85^\circ$;南部大田岭岗矿段走向转为 $290^\circ \sim 330^\circ$,自北西向东南由北西西-近东西向-逐渐转为西北向,倾向从 $30^\circ \rightarrow 10^\circ \rightarrow 70^\circ$ 变化。破碎带宽 5.6 ~ 89 m,一般宽 30 ~ 50 m,矿化带的宽窄,与矿化强弱成正比。

平面上由于破碎带宽度的变化控矿构造形态呈现藕节状,或局部突然变宽呈囊状(0 线、17 线、67 线、81 线附近),断裂面呈波状起伏,以至整个构造带呈舒缓波状延展。剖面上表浅部由于产状的变化呈现弧形变化(图 2),向深部总体产状变陡,构造带宽度的变化使整体形态呈现藕节状、囊状、透镜状的不同变化。总体上空矿构造空间形态呈一走向北西、向东 ~ 北东陡倾波状弯曲的带状形态。

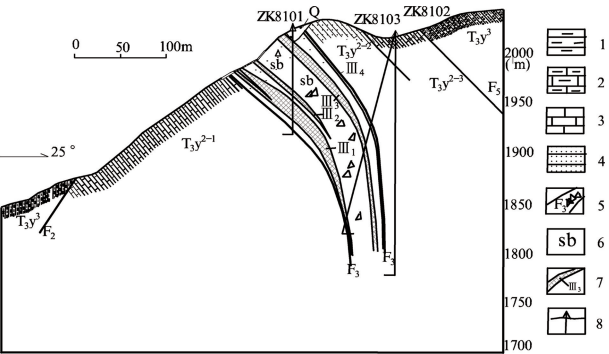


图 2 小水井金矿 81 勘探线剖面图^①

Fig. 2 Geological section along N0.81 exploration line in the Xiaoshuijing gold deposit^①

1—泥岩;2—泥质灰岩;3—灰岩;4—砂岩;5—断层破碎带及编号;6—蚀变带;7—矿体及编号;8—钻孔;其它图例同图 1

1—mudstone; 2—marl; 3—limestone; 4—sandstone; 5—fault zone and its serial number; 6—altered rock zone; 7—ore body and its serial number; 8—drill hole; othersymbols as for Fig. 1

在 F_3 断裂构造带的上、下两侧,发育与 F_3 平行展布的次级断层。如 15 ~ 41 线、71 ~ 81 线等地。

2.2 控矿构造岩石分带特征

矿区 F_3 断裂构造带基本沿 T_3y^{2-2} 砂岩段发育,断裂带西盘为 T_3y^{2-1} 灰岩段,东盘为 T_3y^{2-3} 泥质灰岩段、 T_3y^3 泥岩段。断裂带岩石由构造角砾岩、碎裂

岩、糜棱岩、断层泥组成,显示出韧-脆韧性剪切破碎带特征,在垂直走向上,自底部向上部构造岩组成大致具分带性:构造带底部(西带):为断层泥、碎粒岩、糜棱岩化带,宽度 5 ~ 20 m,表现为强烈的构造片理化带,透入性面理和线理发育。破碎原岩为灰岩、长石石英砂岩、粉砂岩,由于强烈而复杂的多期次的压扭、张扭性韧-脆韧性剪切作用,岩石破碎程度较高,粒度变细,较细粒的基质部分占 50% ~ 90%,基质流动分凝形成条带、细粒云母的定向排列和其他压扁的矿物颗粒择优取向构成面理;基质围绕的粗粒碎斑、透镜体由于压溶-再沉淀形成压力影拖尾,这些拖尾与拉伸颗粒以及细粒云母的条纹构成了特征的线理。糜棱岩中 S-C(挤压面理-剪切面理)组构发育,构造透镜体、石英杆状构造、膝折构造、里德尔剪切裂隙组合和脆性断裂等变形特征发育,常见石英质碎斑和岩屑残斑受到剪切挤压、旋转形成 σ 和 δ 旋转碎斑系。在整个糜棱岩化带中,发育多条后期同向但倾角有不同变化的滑动面(图 3)。

构造带中上部(中带):为角砾岩、碎裂岩带,宽度 30 ~ 60 m,表现为强烈的脆性变形特征。破碎原岩为灰岩、长石石英砂岩、粉砂岩,由于强烈而复杂的多期次的压扭、张扭性韧-脆韧性剪切作用,岩石破碎成角砾状、碎裂状,角砾和碎斑成分为石英砂岩、粉砂岩、灰岩,形状有透镜状、棱角状、不规则状,角砾、碎斑及胶结物中不同方向不同性质的节理、破劈理、微细节理、裂隙极为发育,并被铁质、硅质、碳酸盐脉充填,脉长 10 ~ 30 cm,宽 0.05 ~ 20 mm,形成细脉状、网脉状构造。经仔细观察测量,至少有 4 期 8 组以上的共轭剪节理发育:① $42^\circ \angle 53^\circ$, $115^\circ \angle 30^\circ$;② $13^\circ \angle 75^\circ$, $310^\circ \angle 48^\circ$;③ $76^\circ \angle 80^\circ$, $125^\circ \angle 58^\circ$;④ $320^\circ \angle 40^\circ$, $170^\circ \angle 62^\circ$ 。还有压性、张性裂隙组: $195^\circ \angle 83^\circ$, $274^\circ \angle 80^\circ$; $55^\circ \angle 73^\circ$, $74^\circ \angle 78^\circ$ 。总之带内裂隙网络系统较发育而复杂。

角砾、碎斑之间的胶结物成分常有大量团块状、斑块状褐铁矿(黄铁矿)、方解石、石英、粘土矿物等。在该带自下而上褐铁矿(黄铁矿)含量有增加之势,硅化蚀变增强,金矿化变强。

在该带中常见灰岩构造透镜体分布,大小不等,最大者长轴可达 50 ~ 100 m,长轴面基本与断层面一致或略有斜交,短轴在 20 ~ 50 m。透镜状的角砾岩常与两组共轭剪节理(北西、北北东向)的发育有关。这些构造透镜体是早、中期张性应力时期形成的,在后几个应力阶段处于应变弱(局部张应力环

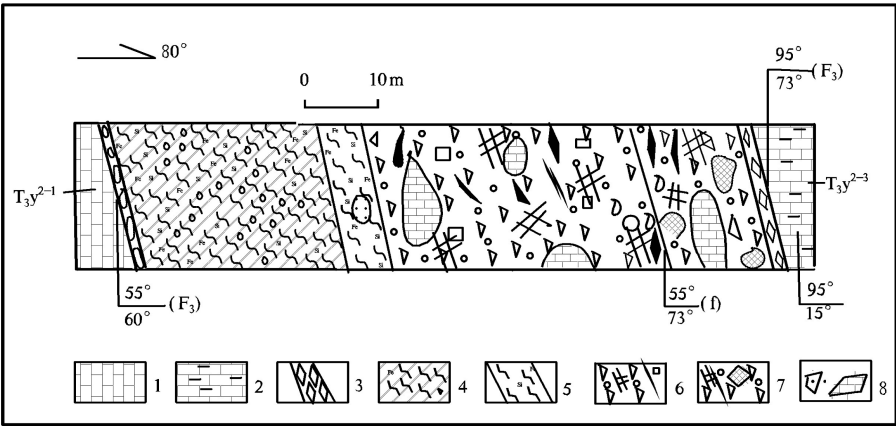


图3 小水井金矿 PD1701F₃ 断层破碎带构造岩分带素描图

Fig. 3 Sketch of the tectonite zoning of F₃ fault zone on the PD1701 in the Xiaoshuijing gold deposit

1—上三叠统云南驿组第二段灰岩(T_3y^{2-1});2—上三叠统云南驿组第二段泥质灰岩(T_3y^{2-3});3—轴面大致平行主断层面的透镜状角砾岩;4—片理发育的硅化糜棱岩;5—节理、裂隙发育的硅化碎裂岩;6—网脉状硅化褐铁矿化碎裂岩、角砾岩;7—网脉状强烈褐铁矿化碎裂岩、角砾岩;8—灰岩、砂岩角砾

1—2—Upper Triassic Yunnanyi Formation 2nd member;1—limestone(T_3y^{2-1});2—marl(T_3y^{2-3});3—lenticular breccia of axial-plane parallel to main fault surface;4—silicification mylonite with schistosity;5—silicification cataclasite with joint and fissure;6—stockwork silicification and limonization cataclasite and breccia;7—stockwork intense silicification and limonization cataclasite and breccia;8—breccia of limestone and sandstone

境)之产物^[4,21]。在整个角砾岩化带中,发育与主断裂面同向或斜交但倾角有不同变化的滑动面,多为呈雁行状排列的张裂隙。在F₃断裂构造带的外侧发育碎裂状岩石。

2.3 控矿构造活动期次及力学性质

根据F₃断裂破碎带内次级构造、裂隙、滑动面间的切割关系,该剪切构造破碎带起码经历了三期应力作用的改造,总体表现为早期的韧性剪切变形(构造带底部)—压扭性质,中、晚期的脆—韧性剪切变形(构造带中上部)—张扭性质,后期的脆性剪切作用—形成碎裂状岩石^[4]。

从矿区内F₃断裂构造上、下盘地层的层位分析,北东盘下降,南西盘上升,该断层为高角度平移正断层;根据区域构造特征和矿区构造岩特征及剪切指向标志,F₃断裂带主要为左行平移脆—韧性剪切构造破碎带,后期可能叠加右行平移剪切作用,并且受北东、近东西向断层破坏以及后期煌斑岩脉侵入作用的影响。

该矿床金矿化作用主要与中、晚期的脆—韧性剪切变形作用有关,发生在脆—韧性剪切变形阶段或稍晚^[21]。

2.4 矿床构造类型

综合上述控矿构造特征,矿区控制矿体分布的构造类型为脆—韧性剪切断裂构造,具体为断层角

砾岩体构造,次为层间滑动破碎带及与岩浆侵入活动有关的接触破碎带角砾岩构造。

3 围岩蚀变类型及分带规律

矿体围岩蚀变表现为一套浅色蚀变组合,有硅化、次生石英岩化、黄铁矿化(褐铁矿化)、高岭石化(水云母、粘土化)、碳酸盐化、绢云母化、萤石化和褪色化,围岩蚀变的强度和类型组合一般由矿化中心向两侧强度逐渐减弱。类型组合亦有不同。蚀变分布范围大体与金矿化一致或大于金矿化体范围。

在F₃断裂构造带内,围岩蚀变主要为硅化、绢云母化、黄铁矿化、萤石化,其中与金矿化密切相关的是硅化—黄铁矿化组合;而在F₃断裂构造带外侧(上盘和下盘)围岩蚀变主要为碳酸盐化、硅化、萤石化。围岩蚀变围绕F₃断裂构造带呈带状分布。

4 矿化富集规律

4.1 矿化发育特征

综合矿床地质特征,金矿化产出、分布有以下特点:

1) 矿区金矿化带产于F₃断裂构造剪切破碎带内,呈带状沿F₃断裂带分布。破碎带受大量密集分布的、互相平行或斜交的张扭性、压扭性节理裂隙构造控制,发育挤压片理、网脉状裂隙带,形成长度大

于2 km,宽数十米~上百米的矿化蚀变岩带;

2) 矿体在矿化带中空间上分段集中、局部富集,呈等间距或不等间距分布。I 矿体群在8-0线,II 矿体群在11-19线、25-33线浅部,III 矿体群在67线附近、73-81线、89-91线等地段形成长60~200 m,斜深40~160 m的相对富集的厚大矿体,中间的薄贫矿地段长80~200 m不等;

3) 矿体在平面上、剖面上形态复杂,呈脉状、透镜状、不规则状产出,大致呈等间距或不等间距分布,构成雁行状或斜列式排列。沿倾向矿体水平间距3~20 m,沿走向矿体水平间距20~80 m不等。在垂直纵投影图上则表现为不规则的矿包、矿饼以及矿巢等形态。矿体空间分布变化极大,分枝复合,尖灭再现或侧现等现象十分普遍。沿走向和倾向,膨胀与狭缩变化十分频繁。矿体结构复杂,由单一矿体到多个脉状、透镜状矿体组成;单一矿体厚度由1~40余 m,脉状、透镜状矿体累计厚度由1~40余 m不等;

4) 矿体分布集中富集的部位与断裂构造剪切破碎带宽度呈正相关。矿体厚大部位与断裂构造剪切破碎带宽大部位一致;薄贫矿地段或矿化弱、无矿地段,一般情况下是断裂构造剪切破碎带狭窄地段,如14线以北,93线以南等地;

5) 在主断裂带上、下盘次级断层中常形成与矿带大致平行或略斜交的零星分布的小透镜状、脉状矿体,有些尚有一定规模。如27—41线、71—79线等地;

6) 矿体内部金品位变化极不均匀。一般来说,矿体厚度与品位呈正相关,但也有例外。在同一标高水平坑道中或不同标高的同一钻孔中,同一矿体内部的不同位置金品位均有所变化,有时甚至出现夹石天窗。说明在有利的成矿空间仍然存在局部不利范围;

7) 在 F_3 断裂构造剪切破碎带内有煌斑岩沿其中的各种裂隙通道侵入的地段,形成不同方向、各种形态、产状、规模的煌斑岩脉和网脉,使其周围金矿化作用进一步叠加,形成的矿石其金品位较无煌斑岩脉发育地段高出3~10倍。在煌斑岩脉侵入正常地层的接触破碎带中也有明显的金矿化或贫金矿体产出。在南部71—77线间地表平行分布多条煌斑岩脉,该地段采场 F_3 断层破碎带中见有长30~50 m,宽0.1~5 m的云斜煌岩小脉体,呈树枝状、环带状、不规则状沿裂隙侵入,产状各异,煌斑岩脉不含矿,但其所围绕的矿石金品位普遍在 $(2 \sim 10) \times$

10^{-6} ,高于其他地段。大田岭岗地段ZK7302孔0~12.52 m孔段见煌斑岩,PD7901平硐中见宽1~2 m的云斜煌岩,在岩脉接触破碎带中普遍具金矿化或贫金矿体 $Au(0.2 \sim 0.8) \times 10^{-6}$;

8) 矿体形态和产状严格受控于断裂构造。控矿断裂的力学性质经历了压扭、张扭等性质的复杂变化,断裂面具舒缓波状变化特点。波状结构面的一定位置上,破碎裂隙系统发育,形成的减压空间恰是矿体赋存的有利场所。在围岩成分和结构均匀的地段,波峰、波谷等结构面在空间分布均匀,呈现有规律变化,不但使矿体在形态上多数呈脉状、透镜状,而且在空间上形成多层侧列式、斜列式分布特征^[21]。但由于围岩成分和结构的不均匀性、构造活动的复杂性,以至波峰、波谷等结构面在空间分布的不均匀性,破碎裂隙系统发育空间位置的随机性,造成矿体在空间分布的复杂性,有时含矿结构面只含一个小矿体或无矿,有时出现若干个矿体,有时相邻几个含矿结构面的连接构成一个大透镜状~似层状矿体;

9) 金矿化作用的方式以热液充填为主,交代为辅。碳酸盐岩中既有充填作用亦有交代作用,碎屑岩中以充填作用为主,次为交代溶蚀作用。故在裂隙网络系统较发育而复杂地段金矿化越强;

10) 金矿化对岩性无选择性。在碳酸盐岩、碎屑岩的构造岩中均能形成金矿体,仅与岩石的破碎程度有关。一般情况,在破碎程度高、裂隙系统发育的碎裂岩、碎粒岩中矿化蚀变较强;在破碎程度低的角砾岩中矿化蚀变较弱。

4.2 矿化富集规律

总体为剪切破碎带及其次级断裂控制矿体产出和空间分布。1) 矿床产于剪切断层破碎带中,受三级构造控制。红河、哀牢山大型剪切构造带控制了哀牢山两侧整个金矿带的展布,苏步断裂及龙岗背斜控制了龙岗金矿田的分布,其次级 F_3 断裂控制了小水井金矿床的空间分布及产出, F_3 的更次级断层、片理化带、叠加的脆性破碎带和各种裂隙构造系统控制了矿体产状、形态、规模以及矿脉和矿体内部矿石结构变化和金的贫富变化;2) 矿体在剪切破碎带应力梯度变化最大部位(即构造破碎带最发育、宽度最大、裂隙系统发育成熟的地段)最为富集;而在构造带变窄处,矿化弱或无矿;3) 矿体在剪切破碎带结构面转折部位及其附近富集。无论在平面上、剖面上、空间上,构造带结构面的起伏变化、产状陡缓变化的转折部位及其附近均不同程度形成各种

形态、规模的矿体,这些局部构造控制了矿体产状、形态、规模;4) 矿体在主剪切破碎带与配套构造交切部位及其附近富集;5) 矿体在剪切破碎带一定的垂直空间范围内富集,根据物探、钻探、坑探手段施工结果,矿体赋存的垂直深度其标高范围约 2045 ~ 1740m,垂直高差 300m 左右;6) 矿体在主剪切破碎带旁侧次级断裂破碎带的有利空间分散富集成零星矿体或有一定开采价值的矿体;7) 在晚期煌斑岩脉侵入过程中,于其附近金矿化叠加富集。

5 结论

小水井金矿床明显受构造的多级系统控制,哀牢山-红河一级断裂系统控制了哀牢山金矿带沿哀牢山构造带两侧分布,红河断裂东侧二级断裂苏布断裂及龙岗背斜控制了龙岗金矿亚带(矿田)的展布;三级断裂(F_3)控制小水井金矿床的产出,其内更次级断层、剪切裂隙破碎带、层间破碎带控制矿体空间产出位置;控矿构造类型为脆-韧性剪切断裂构造,具体为断层角砾岩体构造,次为层间滑动破碎带及与岩浆侵入活动有关的接触破碎带角砾岩构造;构造破碎带起码经历了三期应力作用的改造,早期为韧性剪切变形,中、晚期为脆-韧性剪切变形质,后期为脆性剪切作用;矿床金矿化作用主要与中、晚期的脆-韧性剪切变形作用有关,发生在脆-韧性剪切变形阶段或稍晚。金矿化富集规律是,在断裂产状(走向、倾向)变化地段、不同方向断层交切附近,破碎带的膨大部位,是厚大透镜状矿体富集的有利空间;破碎带宽度变窄地段,矿体变薄、尖灭,形成脉状矿体。造成矿体分段富集,呈透镜状、脉状分布的规律。矿体的分布标高在 2045 ~ 1740 m 范围。

[参考文献]

- [1] 陈毓川,李兆鼎,毋瑞身. 中国金矿床及其成矿规律[M]. 北京:地质出版社,2001:1-241.
Chen Yu-chuan, Li Zhao-nai, Wu Rui-shen. China gold deposits and its metallogenetic regularities [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2001:1-241.
- [2] 范永香,阳正熙. 成矿规律与成矿预测[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,2005:1-280.
Fan Yong-xiang, Yang Zheng-xi. Metallogenetic regularities and prediction [M]. Xuzhou: China University of Minerals Press, 2005:1-280.
- [3] 翟裕生,邓 军,汤中立,肖荣阁,宋鸿林,彭润民,孙忠实,王建平,向运川,黄华盛,张张伟,杨立强,白云来,陈丛喜,丁武江,王庆飞,胡 玲,徐章华,苗来成,苏尚国,李强之,龚羽飞. 古陆边缘成矿系统[M]. 北京:地质出版社,2002:1-416.
Zhai Yu-sheng, Deng Jun, Tang Zhong-li, Xiao Rong-ge, Song Hong-lin, Peng Run-min, Sun Zhong-shi, Wang Jian-ping, Xiang Yun-chuan, Huang Hua-sheng, Zhang Zheng-wei, Yang Li-qiang, Bai Yun-lai, Chen Cong-xi, Ding Wu-jiang, Wang Qing-fei, Hu Ling, Xu Zhang-hua, Miao Lai-cheng, Su Shang-guo, Li Qiang-zhi, Gong Yu-fei. Metallogenetic systems of paleocontinental margin [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2002:1-416.
- [4] 翟裕生,林新多. 矿田构造学[M]. 北京:地质出版社,1993:1-116.
Zhai Yu-sheng, Lin Xin-duo. Orefield tectonic geology [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1993:1-113.
- [5] 翟裕生,姚书振,周宗桂,吕新彪,黄方方,金 伟,黄诗峰,陈先兵. 长江中下游铜金矿床矿田构造[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1999:1-195.
Zhai Yu-sheng, Yao Shu-shen, Zhou Zong-gui, Lu Xin-biao, Huang Fang-fang, Jin Wei, Huang Shi-feng and Chen Xian-bing. Research on orefield tectonics of copper and gold deposits in the middle-lower reaches of the Yangtze river [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1999:1-195.
- [6] 邓国辉. 扬子-华夏接合带的韧性剪切与金的迁移富集关系[J]. 地质与勘探, 2006, 42(6): 32-35.
Deng Guo-hui. Relationship between ductile shear zone and gold migration-enrichment in the suture zone Yangtze and Cathaysia blocks [J]. Geology and Exploration, 2006, 42(6): 32-35.
- [7] 郭俊华,孙 彬,杨福立,王久祥. 松潘-摩天岭金成矿带控矿特征及找矿标志[J]. 地质与勘探, 2006, 42(5): 28-33.
Guo Jun-hua, Sun Bin, Yang Fu-li, Wang Jiu-xiang. Ore-controlling features and prospecting criteria of Songpan-Motianlin mineralizing belt [J]. Geology and Exploration, 2006, 42(5): 28-33.
- [8] 曹东宏,朱赖民,李 桦,杨登美. 陕西省柞水县王家沟卡林型金矿床地质特征及成因初探[J]. 地质与勘探, 2009, 45(1): 23-29.
Cao Dong-hong, Zhu Lai-min, Li Ben, Yang Deng-mei. Preliminary study on geological features and genesis of Wangjiagou gold deposit in Zhashui county Shanxi province [J]. Geology and Exploration, 2009, 45(1): 23-29.
- [9] 周云满. 滇中小水井金矿床矿化富集规律及找矿预测(博士学位论文)[D]. 导师:毛景文. 北京:中国地质大学,2008:1-106.
Zhou Yun-man. The regularities of the mineralization enrichment and ore prediction of the Xiaoshuijing gold deposit in middle Yunnan (doctoral degree paper) [D]. Supervisor: Mao Jing-wen. Beijing: China University of Geosciences, 2008:1-106.
- [10] 毛景文,胡瑞忠,陈毓川,王义天,高山,范蔚茗,王学求,王登红,吴淦国,翟明国,刘家军,华仁民,朱炳泉,向运川,李献华,郭 峰,杜杨松,马东生,张招崇,毕献武. 大规模成矿作用与大型矿集区[M]. 北京:地质出版社,2006:180-227.
Mao Jing-wen, Hui Rui-zhong, Chen Yu-chuan, Wang Yi-tian, Gao Shan, Fan Wei-ming, Wang Xue-qiu, Wang Deng-hong, Wu Gan-guo, Zhai Ming-guo, Liu Jia-jun, Hua ren-min, Zhu bing-quan, Xiang Yun-chuan, Li Xian-hua, Guo Feng, Du Yang-song, Ma dong-sheng, Zhang Zhao-chong, Bi Xian-wu. Large-scale ore-forming events and large ore dense areas [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2006:180-227.
- [11] 周云满,谢先柏,毛景文. 滇中龙岗地区多金属矿带成矿地质特征及找矿方向[J]. 矿床地质, 2006, 25(6): 743-757.

Zhou Yun-man, Xie Xian-bo, Mao Jing-wen. The mineralization characteristics and prospecting of the Longgang polymetallic belt in middle Yunnan[J]. Mineral Deposits, 2006, 25(6):743-757.

[12] 刘涛,何照波,周仁. 小水井金多金属矿集区构造变形及成矿作用[J]. 云南地质, 2002, 21(4):403-412.

Liu Tao, He Zhao-bo, Zhou Ren. The structure deformation and metallogenesis of Xiaoshuijing gold polymetallic mineral concentrated area [J]. Yunnan Geology, 2003, 22(4):403-412.

[13] 刘涛,何照波,周仁. 楚雄小水井金矿床地质及区域远景[J]. 云南地质, 2003, 22(1):64-71.

Liu Tao, He Zhao-bo, Zhou Ren. The deposit geology and regional potentiality of Xiaoshuijing gold mine, Chuxiong[J]. Yunnan Geology, 2003, 22(1):64-71.

[14] 云南省地质矿产局. 云南省区域地质志[M]. 北京:地质出版社, 1990:1-645.

Yunnan Bureau of Geology and Mineral Resources. Regional geology of Yunnan province [M]. Beijing: Geological Publishing House. 1990:1-645.

[15] 刘家铎,张成江,刘显凡,李佑国,阳正熙,吴德超. 扬子地台西南缘成矿规律及找矿方向[M]. 北京:地质出版社, 2004:1-198.

Liu Jia-duo, Zhang Cheng-jiang, Liu Xian-fan, Li You-guo, Yang Zheng-xi, Wu Dei-chao. Mineralization regulation and exploration evaluation in southwest margin of Yangtze platform [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2004:126-129.

[16] 赵一鸣,吴良士,白鸽,袁忠信,叶庆同,黄民志,芮宗瑶,盛继福,林文蔚,邓送平,毛景文,毕承思,党泽发,王龙生,张作衡,陈伟十. 中国主要金属矿床成矿规律[M]. 北京:地质出版社, 2006:222-272.

Zhao Yi-ming, Wu Ling-shi, Bai Ge, Yuan Zhong-xin, Ye Qing-tong, Huang Min-zhi, Run Zong-yao, Sheng Ji-fu, Lin Wen-wei, Deng Song-ping, Mao Jing-wen, Bi Cheng-si, Dang Ze-fa, Wang Long-sheng, Zhang Zuo-heng, Chen Wei-shi. Metallogeny of the major metallic ore deposits in China [M]. Beijing: Geological Publishing House. 2006:222-272.

[17] 毛景文. 浅议扬子地块周缘金矿成矿的一些特点[J]. 矿床地质, 1998, 17(增刊):11-14.

Mao Jing-wen. A preliminary study of some characteristics of gold metallogenesis in the margin of Yangtze landmass [J]. Mineral Deposits, 1998, 17(Supp.): 11-14.

[18] 胡云中,唐尚鹑,王海平,杨岳清,邓坚. 哀牢山金矿地质[M]. 北京:地质出版社, 1995:1-272.

Hu Yun-zhong, Tang Shang-chun, Wang Hai-ping, Yang Yue-qing, Deng Jian. Geology of gold deposits in Ailaoshan [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1995:1-272.

[19] 俞广钧. 哀牢山断裂带原生金矿床的类型及控矿条件[J]. 地质与勘探, 1990, 5(5):3-11.

Yu Guang-jun. The primary gold deposit type and the ore-controlling conditions in the Ailaoshan fault zone [J]. Geology and Exploration, 1990, 5(5):3-11.

[20] 俞广钧,谢如勇. 墨江金厂金矿床的地质特征及其成因[J]. 地质与勘探, 1986, 1(2):11-17.

Yu Guang-jun, Xie Ru-yong. The geological characteristics and genesis of Jinchang gold deposit in Mojiang [J]. Geology and Exploration, 1986, 1(2):11-17.

[21] 郭光裕,林卓虹. 脉状金矿床深部大比例尺统计预测理论与应用[M]. 北京:冶金工业出版社, 2002:1-205.

Guo Guang-yu, Lin Zhuo-hong. Statistical prediction theory of deep quartz vein Au deposits at large scale and the application [M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 2002:1-205.

The Ore-controlling Structures and the Regularitis of the Mineralization Enrichment of the Xiaoshuijing Gold Deposit in Middle Yunnan

ZHOU Yun-man¹, MAO Jing-wen², ZHANG Chang-qing²
(1. Yunnan Gold & Mineral Group Co. Ltd., Kunming 650215;
2. Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037)

Abstract: The structurally controlled ore deposit is the main characteristic of the Xiaoshuijing gold deposit. This paper has studied the spatial conformation, tectonite zoning, activity times, dynamic characteristics and structural type of the ore-controlling fault in the Xiaoshuijing gold deposit. It was pointed out that the Xiaoshuijing gold deposit was controlled by regional third fault (F₃) and its suborder fault zones, shear zones, interlayer fractures control distribution of ore bodies. The ore-controlling structures belong to brittle-ductile shear zones, and the ore-controlling fault zone had undergone three times deformation by stressing effect; ductile shear deformation of compresso-shearing origin in early, brittle-ductile shear deformation of tenso-shearing origin in middle-later, brittle shear deformation in later—formed cataclastic rocks. Gold mineralization was main relation with brittle-ductile shear deformation in middle-later, and it occurred during brittle-ductile shear deformation or later. Ulteriorly, author summarized the regularities of gold mineralization enrichment: the places where orientation of a fault zone changes or faults crosscut each other or a fault zone gets wide are favorable locations where the thick and lenticular gold ore bodies occurred. Ore bodies often get thin or thin out, or become veins in the places where an ore-controlling fault zone obviously becomes narrow. Gold ore bodies at Xiaoshuijing gold deposit occurred at the levels from 1740m to 2045 m.

Key words: geology, ore-controlling structure, regularitis of the mineralization enrichment, Xiaoshuijing gold deposit, Middle Yunnan