

东坪金矿构造解析及矿床成因探讨

李怀勇, 张占洋, 李 鹏, 邢存海

(河北省东坪金矿, 崇礼 076350)

[摘 要] 运用里德尔 (Riedel) 剪切裂隙理论, 在东坪金矿构造区域内划分出若干种剪切类型。不同期次剪切裂隙的复合叠加, 经后期成矿地质作用的改造, 成为东坪金矿的赋矿构造。

[关键词] 赋矿构造 里德尔 (Riedel) 剪切裂隙理论 东坪金矿

[中图分类号] P618.51, P611 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2000)05-0036-04

1 区域地质

东坪金矿位于河北省北部崇礼县境内, 大地构造位置处于华北地台北缘燕辽沉降带与内蒙地轴交界部位, 北邻尚义—崇礼—赤城深大断裂。区域上出露的地层有太古宇桑干群变质岩系, 元古宇长城系和蓟县系的一套海相沉积岩系以及侏罗系的火山沉积岩系。岩浆岩主要有元古宙小张家口超基性岩、印支期水泉沟碱性杂岩体以及燕山期花岗岩。区内断裂构造发育, 主要有 3 组: E—W 向, NW 向和 NE 向。E—W 向的尚义—崇礼—赤城深大断裂与水泉沟杂岩体的总体走向一致, 控制着主剪切带的北部边界。其走向 NWW(280°), 在水平方向上表现为右旋走滑, 在垂直方向上西部表现为上盘(北盘)抬升的逆冲断层, 东部则表现为上盘(南盘)抬升的高角度逆冲断层, 为区域一级构造。NW 向的杨木洼—马丈子—金家庄断裂和中山沟—红花背—上水泉断裂控制着次剪切带的南北边界。两断裂走向一致, 为 NW290°~300°, 水平方向上都表现为右旋剪切断层, 为区域二级构造。

东坪金矿即产于由区域内一级构造和二级构造控制下的水泉沟杂岩体之中(图 1)。

2 矿床主要地质特征

东坪金矿产于水泉沟杂岩体南部缓倾边缘的内接触带, 容矿围岩主要是二长岩系列岩石, 矿石类型分为石英脉型和蚀变岩型两种。矿区内 26[#]、22[#]、70[#]、1[#] 和 2[#] 脉自西向东依次分布, 均以复合脉群产出。各复脉由若干自南而北侧幕式排列的单脉体组成。其中 NW 向的多呈左列, NE 向的多呈右列, 矿体严格受次剪切带中低序次构造断裂的控制。区

内 NWW、NNW、NNE 向 3 组裂隙为主要赋矿构造(表 1), 其次为 NE 向构造裂隙。NWW 向矿体多以厚大的蚀变节理带形式产出, 矿化特征为肉红或砖红色的钾长石化宽带有硅化(石英)条带和黄铁矿微裂隙脉密集分布; NNW 和 NNE 向的矿体主要以乳白色或烟灰色的石英脉产出, 两侧兼以线型的、具有不明显分带的硅化和钾长石化蚀变为矿化特征。矿体形状呈脉状、似层状或扁豆状。NNW 和 NNE 向的两组矿体都以结构状态不一的黄铁矿作为标型矿物。黄铁矿和石英是 Au 的主要载体。

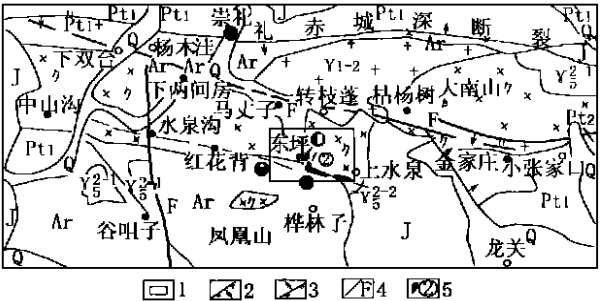


图 1 东坪金矿区域地质略图

Q—第四系; J—侏罗系; Pt₂—中元古界; Pt₁—下元古界; Ar—太古宙; Y₅₋₂—花岗岩、花岗斑岩; Y₅₋₁—钾长花岗岩、斑状花岗岩; Y₁₋₂—黑云母花岗岩; η—碱性杂岩体; 1—东坪矿区; 2—正断层; 3—逆断层; 4—断层; 5—矿脉及编号

表 1 东坪金矿主要赋矿构造(矿体)地质特征对比表

方位	产 状	矿体形态	矿化类型	围岩蚀变	延展长度	构造特征
NWW	290°~310° SW ∠55°~65°	宽带状 厚层状	蚀变岩 + 石英脉型	硅化、钾长 石化、(石英、 黄铁矿密集 微裂隙带)	几十米 - 百米	右行扭 压
NNW	320°~350° SW ∠40°~55°	脉状 似层状	石英脉 + 蚀变岩型	硅化、钾长 石化、绢云 母化、碳酸 盐化	十几米 - 几十米	继承性 张剪
NNE	0°~25° NW ∠30°~40°	脉状、板状 扁豆状	石英脉 + 蚀变岩型	硅化、钾长 石化、绿泥 石化、绢云 母化、碳酸 盐化	几十米 - 几百米	继承性 张剪

[收稿日期]1999-05-07; [修定日期]1999-07-09; [责任编辑]曲丽莉

3 构造分析

3.1 矿床构造

在东坪金矿区内,3组主赋矿构造具有一定的排布规律,几乎是各自等间距出现,且又彼此交错,它们共同构成了矿床的基本格局。

①NNW向裂隙脉的产状一般是 $290^{\circ}\sim 310^{\circ}\text{SW}$ $\angle 55^{\circ}\sim 65^{\circ}$,厚者表现为蚀变节理带,薄者则为10 cm左右的石英脉。石英脉两侧硅化和钾化蚀变发育。蚀变带大多由细质糜棱岩或糜棱质片岩组成,具有明显的挤压滑动结构。矿体大致75 m等间距出现。②NNW向裂隙脉的产状一般是 $320^{\circ}\sim 350^{\circ}\text{SW}$ $\angle 40^{\circ}\sim 55^{\circ}$,矿体为石英脉型。石英脉内部S面理发育,系先期左行断裂经后期右旋力偶作用叠加改造的产物,呈明显右行滑动趋向;石英脉两侧有糜棱质片岩发育,构成C面理。上述特征表明NNW向裂隙在成矿期右行剪切滑动的性质。裂隙内赋存矿体大致50 m等间距出现,矿体厚度0.5 m~1 m左右。③NNE向裂隙脉的产状一般是 $0^{\circ}\sim 25^{\circ}\text{NW}$ $\angle 30^{\circ}\sim 40^{\circ}$,矿石类型以石英脉型为主。手标本中常见石英内部石英纤维晶体与脉壁斜交,而且晶洞发育。脉体两侧偶有派生裂隙存在,表明NNE向的裂隙在成矿期被拉开,系先期左行断裂经后期右旋力偶叠加改造的产物,因而具有张剪性的特征。裂隙内赋存的矿体大致70 m等间距出现,厚1 m~10 m。

除此以外,矿区内 $35^{\circ}\sim 55^{\circ}\text{NW}$ $\angle 25^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 的含矿裂隙也有发育,这组裂隙内部的石英脉一般与蚀变带共存,而且呈互层状出现,两者成碎裂结构,系先期断裂经后期改造叠加成矿的产物(图2)。

3组赋矿构造在平面上和深度上伸展长度不等,延伸(深)少到十几米,多达数百米。在诸多构造集中发育的地段,可以形成囊状富矿体。

3.2 Riedel 剪切裂隙理论解析

依据 Riedel 剪切裂隙理论,当物体(地质体)受到一定方向主压应力 σ 的作用,在地质体内部则可以形成若干组不同类型的裂隙,即P型、D型、R型、T型和R型裂隙,按顺时针依次排布。其中R型裂隙与剪切带边界成 $\phi/2$ 相交(ϕ 为岩体内摩擦角,本区 $\phi=30^{\circ}$);R型裂隙与剪切带边界成 $90^{\circ}-\phi/2$ 相交;D型裂隙与剪切带边界平行,P与R成共轭剪切裂隙。在 Riedel 裂隙系统内,除T型与主压应力 σ 方向一致,属张性裂隙外,其余类型的裂隙均表现为剪切性质。当 σ 方向改变时,在早期裂隙的基础上又会形成新的裂隙系统。新旧裂隙系统的复合,使

得某些方向上的裂隙发生叠加,先期构造活化,同时使另一些方向上的构造闭合。由于构造变形作用的递进发展和相应转化,因而导致应力场的转向或变化,以致出现一种裂隙兼具两种裂隙性质的特征或过渡特征。如果局部应力场持续变化(如主压应力转化为应力偶),则已经活化的裂隙会再度活化,或拉开或延展,形成大规模的断裂。此间,地下含矿热液一经导矿构造进入开放的裂隙,便充填其中而沉淀成矿。

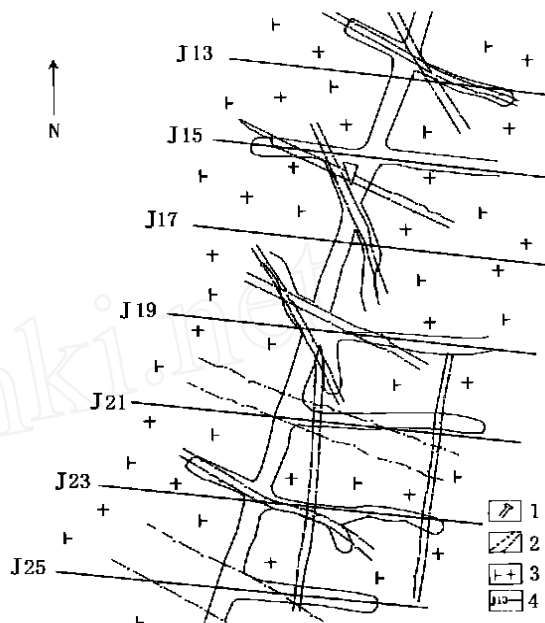


图2 东坪金矿竖井1344中段矿体平面分布示意图
1—坑道;2—矿脉;3—围岩;4—勘探线及编号

4 东坪金矿矿床成因初探

已有的同位素年龄数据表明,水泉沟杂岩体大多为印支期产物^[1,2],而对矿床中蚀变形成的钾长石的同位素年龄测定结果表明为燕山早期^[3],其时差近20 Ma。这反映出侵入体冷却的速度比较缓慢。对水泉沟杂岩体的研究表明,水泉沟杂岩体是多期次侵入的产物,并且体积较大,因此,它可以在很长时间内保持高热状态,为热液的长期循环提供了热动力条件。而且本区大多数金矿床(点)都分布在水泉沟杂岩体的南部接触带,很显然,这与杂岩体南侧倾斜较缓,可以提供更多的热能有关。

印支期深断裂的多期继承性活动诱发岩浆侵入形成水泉沟壳源—改造型继承性岩体,并使地层发生断裂、裂隙、片理化带和韧性剪切带,为金成矿提供良好的空间,形成区域成矿带的梯次控矿构造体系。动力变质作用使矿源层中Au活化进入变质热

液并在构造中运移。当地化平衡条件被破坏,成矿物质发生沉淀。

尚义—崇礼—赤城深大断裂形成的同时,伴随岩浆的不断侵入。以深断裂为剪切带边界的杂岩体在近南北向(325°)主压应力 σ_0 (图3)的作用下发生

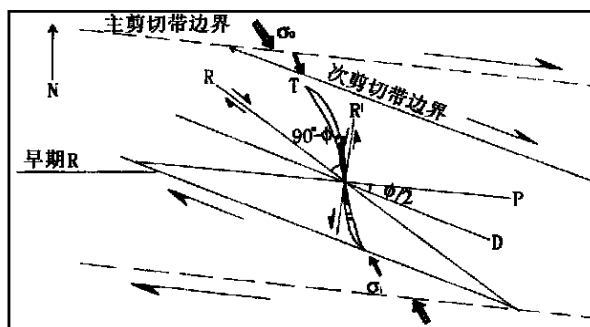


图3 Riedel 剪切裂隙系统

右行剪切,其上部已冷却凝固的岩石内部生成若干组不同类型的 Riedel 早期剪切裂隙,即以走向近 E—W(280°)的崇礼—赤城深断裂为北边界的 Riedel 主剪切裂隙系统。其后,随着区域构造变形作用的递进发展,局部应力场发生变化,本区主压应力方向由 325° 转为 340°($\sigma_0 - \sigma_1$),一级剪切带中以早期 R 型裂隙为剪切带边界形成二级剪切裂隙系统。在区域主压应力方向发生转化的过程中,一级剪切带内 NNW(295°)、NW(325°)和 NNW(355°)向的 3 组裂隙(R、T、R)较其它方向的裂隙优先活化。并且,按应力与所形成裂隙系统的角度对应关系推断早期 R 型裂隙演化为次剪切带边界,其余两组早期裂隙(T、R)则与二级剪切裂隙系统内与之方向最接近的 T 型裂隙叠加,形成继承型构造裂隙。本区 NNW(330°~350°)向的赋矿构造较为常见,表明复合型构造容易成矿的规律。伴随应力场由主压应力转换为应力偶的作用,在东坪金矿区范围内形成一个顺时针旋转的“漩涡”,进而使先成裂隙发生根本性的变化。各种裂隙之间存在消长差异,此消彼长,其中以后期(晚期)的 R、R 和 T 型裂隙占主导地位,并且规模不断扩大。与此同时,地下形成的富含 Cl、Na、K、Te 等高纯度氯化物热卤水在热能等驱动之下长期由高压区向压力释放区运移,渗流过程中,溶滤围岩中的 Au 等重金属使之呈重金属氯络合物等形式长距离迁移。在断裂带内由于能量突然释放(如压力、温度急剧降低),与浅地层水混合以及和围岩(高钾质)发生化学反应(交代、交换)而导致重金属络合物在有利的空间沉淀成矿。因为早期 R 型裂隙(355°)及 T 型裂隙(325°)与晚期 T 型裂隙(340°)走向十分接近,三

者容易叠加使得 NNW 向裂隙成为最佳导矿和容矿场所,这与东坪金矿 NW 向的含矿构造最为发育相吻合。可以说,晚期 R、T、R 裂隙在区域应力场控制下走向开放环境的同时,二级裂隙系统内的其它裂隙(如 P 型、D 型)则向相反的方向演化,即趋于闭合,因而不利于成矿。鉴于这些闭合的构造对于成矿意义不大,所以未列入研究范围。在应力偶作用和热液充填裂隙的过程中,也常常会发生各种裂隙间彼此错动的现象(图4)。

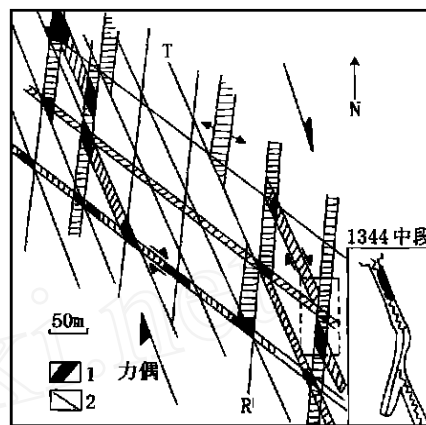


图4 东坪金矿赋矿构造演化图

1—矿体;2—裂隙

5 成矿预测与远景评价

纵观水泉沟杂岩体内已探明金矿床(点)的分布规律,包括东坪金矿在内,具有以下成矿特点:①矿床受深大断裂及其次生断裂的控制。②矿床产于杂岩体内接触带,尤其是缓倾斜的南部边缘。③矿床严格受杂岩体内梯次断裂构造的控制,并且集中产于多期活化的张性空间。④矿床中的矿脉(体)具有顺应 Riedel 剪切裂隙系统基本格局展布的普遍性规律。

上述关于东坪金矿的成矿地质背景,为今后的找矿工作提供了理论上的依据。在实地勘探作业中,除寻找符合方向性特点的构造外,走向上符合等间距规律的部位、构造转向部位、构造叠加部位等都是探矿的重要靶区。此外,从西部 22 号脉到东部 2 号脉近 4 km² 的矿区范围内,22[#] 与 70[#] 脉之间、1[#] 与 2[#] 脉之间的区域工作程度还不够,仍需做进一步的地质勘探。

[参考文献]

- [1] 张招崇,陈洪新.水泉沟杂岩体的地质学和岩石学研究[J].贵金属地质,1997,6(2):81~92.
- [2] 卢德林,罗修泉,汪建军,等.东坪金矿成矿时代研究[J].矿床地质,1993,12(2):182~187.

(下转第 46 页)

ANALYSIS ON THE ORE - EXPLORING FUTURE OF LARGE - SCALE COPPER DEPOSIT, WEST KUNLUN, XINJIANG

ZHU Xin - you ,WANG Dong - bo ,WANG Shu - lai

Abstract :It is low - degree geological research and the bad environment of ore exploring and mining in west Kunlun , Xinjing Ugar autonomous region. Most of copper deposits (mineralizations) located in the Bulunkou and its surrounding , Kungai Mountains , which are better ore - prospecting area. In the Bulunkou district , the copper deposits occur in the pre - cambrian metamorphic rocks. Its layered and banded ore - bodies formed in layered siderite rock. In the Kungai mountains , the deposits located at double - peaking volcanic rocks occur in upper carboniferous acid - volcanic tuffs and in lower carboniferous pillow basalt that more significance for mineralization belonged to VHMS or Cyprus type. On the studies of ore geology , tectonic evolution , mining environment and economic geology , it suggests that it is difficult to find a large - scale and high - grade copper deposit in a short time in the west Kunlun.

Key words :copper deposit , economic geology , Sedex , metallogenic prognosis



第一作者简介:

祝新友(1965 -) ,男。1985 年毕业于武汉地质学院地质系 ,获硕士学位。现为国家有色局北京矿产地质研究所高级工程师。主要从事地质学研究。

通讯地址 :北京市安外大羊坊 国家有色局北京矿产地质研究所 邮政编码 :100012

(上接第 38 页)

- [3] 杨再红. 东坪金矿成矿构造分析与成矿预测[J]. 地质与勘探, 1997, 33(6) :12~16. bougamau area , Quebec ERICH DHMROTH AND GUY ARCHAM-BAMBAULT[J]. Can J Earth Sci ,1984 ,963~968.
- [4] A mechanical analysis of the Archean Gwillim Lake shear belt ,chi-

STRUCTURAL ANALYSIS AND GENESIS OF GOLD - DEPOSIT IN THE DONGPING

LI Huai - yong ,ZHANG Zhan - yang ,LI Peng ,XING Cun - hai

Abstract :By the Riedel theory for shear faults ,a series of shear types are separated in the Dongping gold - deposit tectonic region. The faults of various times coincided with ,and rebuilt by the ore - formation in the later mineralizing process ,and became the ore - occurrence structures of the Dongping gold deposit.

Key words :ore - occurrence structures ,the Riedel theory for shear faults ,Dongping gold deposit



第一作者简介:

李怀勇(1969 年 -) ,男。1993 年毕业于唐山工程技术学院采矿系地质矿产勘查专业 ,获工学学士学位。现任河北省崇礼县东坪金矿地质工程师 ,主要从事矿山地质工作。

通讯地址 :河北省崇礼县 东坪金矿 邮政编码 :076350

(上接第 41 页)

- [7] 韦昌山,熊成云,金光富,等. 鄂西马华沟金矿床的矿体赋存特征及找矿预测[J]. 地质力学学报,2000,6(2) :77~81.

CHARACTERISTICS OF LENSOID STRUCTURE AND ITS PRACTICAL VALUE ON METALLOGENETIC PREDICTION IN GOLD ORE DEPOSIT —EXAMPLED BY YINDONGPO GOLD DEPOSIT, HENAN PROVINCE

WEI Chang - shan ,ZHAI Yu - sheng , CHI San - chuan

Abstract :This paper presents the spatial characteristics of the lensoid structure of different types in Yindongpo gold deposit , Henan province. It is showed that lensoid structure universally occur in different scales of geological block including ore field and ore deposit. Finally , the authors discuss the practical value of lensoid structure in metallogenetic prediction.

Key words :lensoid structure , equi - distant , fractal value , wavy change , location prediction



第一作者简介:

韦昌山(1964 年 -) ,男。1996 年在中国地质大学(北京)地质矿产系获博士学位。现为中国地质调查局中南中心(宜昌地质矿产研究所)副研究员。主要从事构造地质与矿床地质研究工作。

通讯地址 :湖北宜昌市 502 信箱 中国地质调查局中南中心(宜昌地质矿产研究所)二室 邮政编码 :443003