

雪峰山中段金矿区主要断裂带构造特征及其动力学

孟宪刚 冯向阳 邵兆刚 杨美玲 朱大岗 王建平

(中国地质科学院地质力学研究所,北京)

摘要 雪峰山中段金矿区内 NE 向和 NW 向主要控矿断裂带的宏观地质、显微构造和构造地球化学特征表明, NW 向断裂为 NE 向断裂的伴生或派生构造的构造带。NE 向断裂的声发射法、动态重结晶石英粒度法、石英亚颗粒法等变形岩石差应力估算值在 42.39~68.40 MPa 之间,而 NW 向断裂带则介于 27.44~53.14 MPa 之间。声发射法、包裹体测压法推测控矿构造韧性变形时的形成深度为 3 704~5 086 m,脆性变形时为 375~2 944 m。岩组分析说明,NE 向断裂具有早期逆冲推覆,主压应力属 NW—SE 向应力系统,晚期正断滑覆,应力方位偏转到 SSE—NNW 向。

关键词 雪峰山 韧-脆性断裂带 构造变形 动力学

雪峰山中段金矿区位于江南台隆之西南段,是近年来新发现的金矿区,现已探明一系列大、中、小型金矿床,如铲子坪、大坪、铜溪金矿床等。矿区出露的地层为晚元古界板溪群和震旦系,少量中生代地层。板溪群为一套巨厚的含凝灰质浅变质碎屑岩系,震旦系为冰碛层-浅海碳酸岩-浊流沉积岩系组成的三段式结构。印支期花岗闪长岩-二长花岗岩(黄茅园岩体)出露于矿区东部。雪峰山复式背斜由前寒武系为主体组成,其东翼为上古生界的涟源-邵阳沉积盆地(湖南省地质矿产局,1988)。金矿区产于雪峰山复式背斜中加里东构造层的韧-脆性变形区之中,构造活动强烈,控矿作用明显。金矿带产出受板溪群、震旦系、局部背向斜褶皱及断裂构造的联合控制。

1 断裂带的宏观构造特征

该区构造比较复杂,NE、NW、EW 和 SN 构造在本区复合,其中 NE 向构造带和 NW 向构造带构成矿区的主要构造格架。NE 向构造带,即雪峰弧形韧性剪切带对本区影响最大。F₁ 和 F₁₆ 两条深大断裂为雪峰山中段金矿区的东西边界(图 1)。F₁₆ 以东为印支-燕山期构造层, F₁ 和 F₁₆ 之间属加里东期构造层,以 F₉ 断裂为界,分为强变形区和弱变形区(朱大岗,1998)。

1.1 NE 向断裂带

NE 向断裂带由一系列相互平行的 NE—NNE 向加里东期断裂组成,印支-燕山期断裂再次活动,属雪峰弧形韧性剪切带的组成部分,平面上断裂呈平行展布,剖面上呈叠瓦状形态。该带早期属深构

造相的韧性剪切带,晚期构造抬升活动沿早期变形分界面展布,形成一系列浅构造相的韧性变形产物。

区内从北西向南东依次出现 16 条近于平行的 NE 向断裂带,是区内的一级构造,向南可达向家田,向北自败泥田分为 2 支,分带性明显,沿断裂带

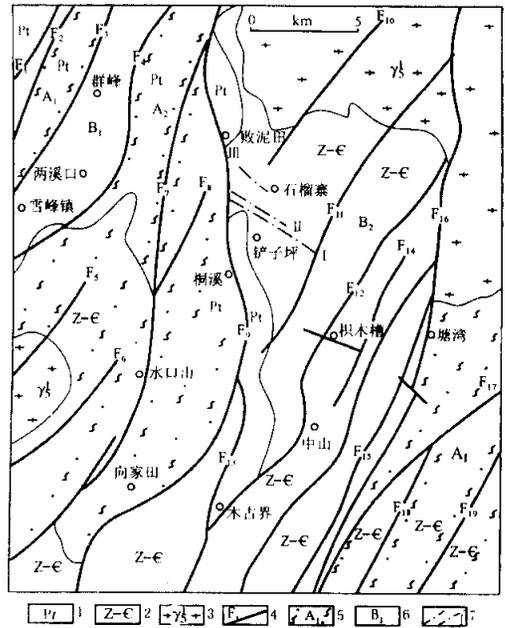


图 1 雪峰山中段金矿区地质构造简图

Fig. 1 Geological map of gold-forming in Mid-Xuefeng-Mts.

- 1-板溪群 2-震旦-寒武系 3-印支期花岗岩 4-断裂及编号;
- 5-变形强带及编号 6-变形弱带及编号 7-金矿带及编号

本文为国家计委“黔阳地区金锦矿控矿条件及靶区优选”专题研究及国土资源部地质力学开放实验室基金资助项目研究成果的部分内容。改回日期 2001-2-6,责任编辑:宫月萱。

第一作者:孟宪刚,男,1960年生,副研究员,中国地质大学在读博士生,从事矿田构造及构造地球化学方面的研究,邮编:100081。

见有糜棱岩、硅化岩和含金矿化蚀变,是矿区内的主要导矿构造。该断裂带上盘的板溪群片理化强烈,呈置换层理并使原始层理不复存在,且片理化带的分布具有等距性,S-C组构发育,褶皱紧密而斜歪;断裂带下盘震旦系下统部分层位被断失,褶皱较宽缓,片理化较弱,有原始层理残留。

1.2 NW向断裂带

NW向断裂带展布在NE向断裂带之间,由一系列NW向片理化带、硅化岩带、断裂破碎带组成,生成时间略晚于NE向断裂带和片理化带,是韧性变形晚期或期后的浅构造相产物,具等距性分布特点,为本区主要的容矿构造(图2)。自北向南依次

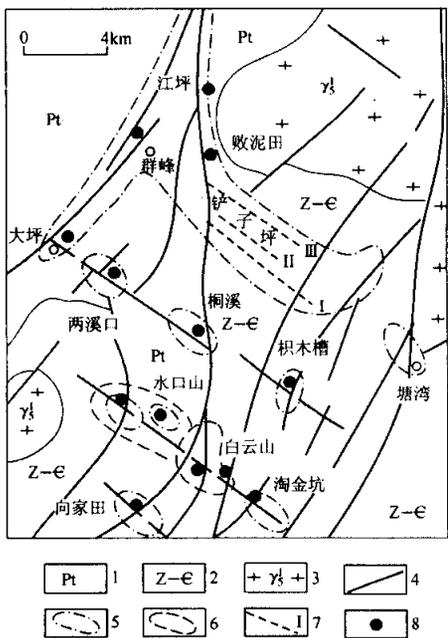


图2 雪峰山中段金矿区金异常与构造关系图

Fig.2 Diagram of abnormal Au content and structures in Mid-Xuefeng-Mts.

1-板溪群 2-震旦—寒武系 3-印支期花岗岩 4-断裂;
5-重砂异常 6-金属量异常 7-金矿带及编号 8-金矿点

控制了塘湾—铲子坪—群峰、积木槽—桐溪—两溪口—大坪、淘金坑—白岩山—水口山及观音田—向家田成矿带(朱大岗,1999)。

NW向断裂带走向 $290^{\circ} \sim 320^{\circ}$,倾角较大($> 70^{\circ}$),倾向SW,局部倾向NE,NW向断裂带中的含金硅化带,由规模不等的硅化透镜体组成,变形部位越强烈,硅化作用越强,且硅化体平行于矿体,而产于片理间的石英细脉越稳定平直,越接近变形强的部位(硅化矿体),石英细脉出现的频率越大。在剖面上NW向断裂带具有明显的分带性,如铲子坪

NW向含金蚀变破碎带中心部位为强变形带,向两侧依次出现I为硅化岩带(矿化带)II为石英细脉带(硅化糜棱岩带)III为硅化含砾砂质板岩带(碎裂岩带)围岩为震旦系长滩组。

2 断裂带的微观构造特征

2.1 NE向断裂带

带内见各种显微揉流褶皱、波状褶皱和石英变形条带组成的剪切褶皱,其皱面平行片理面,带内还发育有各种构造透镜体如被剪切拉断的石英条带组成的串珠状透镜体、围岩剪切变形形成的构造透镜体,其长轴均与片理平行。镜下可见显微S-C面理构造,其C面理是由绢云母或细粒压扁拉长状石英集合体组成的条带,而S面理则由透镜状石英或其它矿物集合体依长轴的定向排列构成。宽达数十米的糜棱岩带,由矿物生长线理(矿物集合体)拉伸石英(砾石)组成拉伸线理,且近于垂直片理走向。另外,尚可见浅变质岩区韧性剪切变形时产生的特殊构造,如瘤疖构造、纹片构造等。

2.2 NW向断裂带

早期以韧性变形为主,但变形强度不大,主要为早期沿断裂形成的石英脉产生韧性变形,晚期脆性变形的叠加和伴随的热液蚀变使早期韧性变形特征保存不完整。

(1)构造岩类型:①碎裂岩系列含碎裂绢云母板岩、碎裂砂质板岩、碎裂长石石英砂岩、碎裂硅化岩(石英脉)等,均属脆性浅构造相产物;②糜棱岩系列含糜棱岩化硅化岩(石英脉)糜棱岩化构造角砾岩、糜棱岩化板岩等,属韧性浅构造相产物。

(2)变形石英脉划分:①产于早期NW向片理带中的石英脉(Q)具有韧性变形、矿物多呈透镜状、见黄铁矿化;②平行矿体的石英细脉(Q1)网状石英脉(Q2)不规则含金石英细脉(Q3)等;③晚期张性裂隙中充填的石英脉(Q4)包裹早期石英脉(Q1、Q2、Q3)显示脆性变形特点。

(3)构造变形特征:断裂带中的石英脉波状消光和动态重结晶等变形特征在不同带内表现不同;I带(矿化带)可见石英强烈波状消光、变形纹、动态重结晶多边化和细粒化;II带(硅化糜棱岩带)中的石英具波状消光、动态重结晶和细粒化;III带(碎裂岩带)中的石英具波状消光,但动态重结晶仅围绕石英颗粒周边发生。

3 断裂带的构造地球化学特征

3.1 NE向断裂带

NE向断裂是韧性剪切带上部的韧-脆性变形带,普遍含金(平均为 0.122×10^{-6}),且远高于围岩

金的丰度值,在适当的构造部位经过填充交代而成矿。岩浆岩区因 NE 向断裂带发育程度较弱则无金富集,微金分析结果与岩体相似。金元素富集与否取决于构造环境,构造空间通畅易于成矿流体转移,蚀变矿化作用随之增强,反之则弱(王建平等,1992)。

矿区西部南竹溪一大坪断裂带构造地球化学剖面分析结果表明(图 3),弱变形带、揉皱带含金量低,仅高于区域地层;劈理带含金可达 $(0.186 \sim 0.225) \times 10^{-6}$,且有较强绢云母化、硅化,并有浸染状金属硫化物出现,硅化岩带含金可高达 $(4 \sim 6) \times 10^{-6}$ 。除 Au、SiO₂、S 以外,其余元素均被淋滤带出,K₂O、Al₂O₃ 被堆积在硅化岩带旁侧的片理化带中,形成强云母化带;TiO₂、MgO 则在劈理化带和揉皱

带之间形成峰值。金的含量曲线为简单的单峰状,且与硅化岩带吻合,硅化岩带旁侧并没有出现明显的负异常。因此,成矿物质主要不是来自近矿围岩,而是沿断裂来自深部,交代构造破碎带而形成含矿绢英岩和蚀变岩带(杨国清,1990)。

3.2 NW 向断裂带

深部含金流体沿剪切带中的断裂或片理化带上移,充填交代了原构造带并使之产生蚀变和矿化,导致断裂带中的 Au 及相关元素含量大大高于原岩背景值而形成矿体。在铲子坪 NW 向容矿构造内形成的含金硅化绢英岩矿体,是由早期韧性变形的灰色硅化岩组成,Au 及相关元素在硅化体处出现峰值。硅化岩旁侧围岩常见宽窄不等的退色、硅化、绢云母化蚀变带,表明成矿流体除带入 Si 和成矿物质

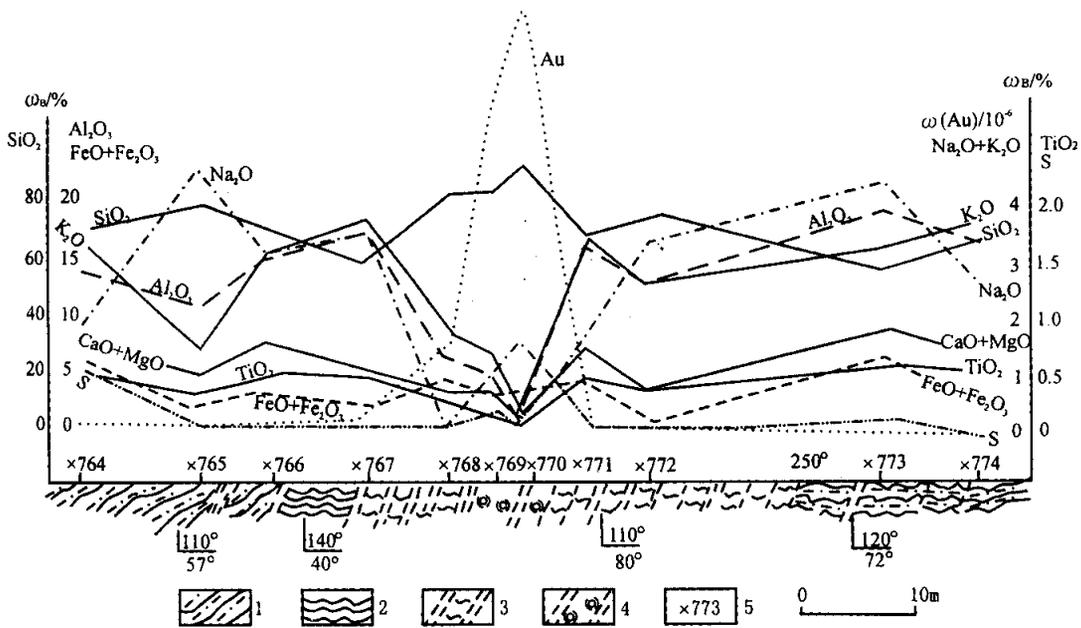


图 3 两溪口板溪群砖墙湾组(Pt_z)含炭绢云母板岩中剪切带剖面 and 化学组分变化曲线

Fig. 3 Various curve of chemical components and the section of ductile zone in Liangxikou

(据谌建国等,1994)

1-弱变形带 2-揉皱带 3-劈理带 4-硅化岩带 5-采样点及编号

外,对围岩中的 Fe、Al、K 等元素也有不同程度的带出,晚期 Au 含量较低(魏道芳,1993)。

4 断裂带的动力学分析

4.1 岩组分析

4.1.1 NE 向断裂带 绿泥石(004)极图多呈 NW 向展布,且近水平的大圆环带加极密,主极密与运动学主轴垂直;或表现为近 NE、NNE 向展布,且主极密与构造面(S)斜交,主极密环带向 NE 倾,倾角中

等。石英(1120)极图表现为走向 NE、近水平大圆环带加极密,恢复石英光轴点极密略呈 NE 走向,且平行于运动学主轴;或几个同在一圆弧上相距 60°的高值点极密,其主极密大圆环带呈 NE 走向。

4.1.2 NW 向断裂带 绢云母(110)极图表现为 NW 向展布近于直立的小圆环带,主极密向 NE 倾,绢云母定向排列,且与宏观构造面理(S面)平行;或(110)极图呈不完全 EW 向大圆环带,且向 S 倾,倾角较陡,主极密与运动学主轴一致。石英(1120)极

图表现为走向 NW 向展布的大圆环带和水平环带,恢复石英光轴点极密与运动学主轴一致(刘瑞, 1988);或同一大圆环上的点极密和水平环带,点极密略成 NW 向展布, SW 倾, 倾角缓;次极密为 NW 走向的小圆环带,且强度高,倾向 NW, 倾角较陡。

4.2 差应力值估算

4.2.1 动态重结晶石英粒度法 应用 Twiss R J (1977) 等实验得出的计算公式 $\sigma_1 - \sigma_3 = 6.1d^{-0.68}$, 测算得的古应力值 NE 向断裂带为 43.39~68.40 MPa 之间; NW 向断裂带为 39.88~53.14 MPa 之间。其差应力值属中等偏低型, 这一方面表明 NE 构造的强度远大于 NW 向控矿构造带; 另一方面也说明, 随着构造变形带形成深度的增加, 差应力值加大(许志琴等, 1984)。

4.2.2 石英亚颗粒法 采用经验公式 $\sigma_1 - \sigma_3 = 180d^{-1}$, 估算 NE 向断裂带的差应力值平均为 42.39 MPa; NW 向断裂带的差应力值平均为 27.44 MPa, 二者相差较大。另外, 矿区内由东向西, 其差应力值有从小变大的趋势, 这与野外所见矿区东部的 NE—NNE 向构造发育程度小于西部是一致的。

4.2.3 声发射(AE)法历史地应力值测量 在不同构造部位分别采集了 8 块样品, 采用声发射(AE)法进行历史地应力值测量(丁原辰, 1989), 测得 6 组古应力值, 分别与本区晋宁、雪峰、加里东、印支、燕山和喜马拉雅期的 6 次构造运动的期次相对应。研究中取中生代以来相对应的古应力值, 作为几期主要运动时的构造应力值, 即印支晚期为 91.28 MPa, 燕山早期为 67.28 MPa, 燕山晚期为 44.78 MPa。

4.3 形成深度估算

4.3.1 AE 法历史地应力值形成深度估算 据经验公式 $H = (\sigma_1 - 36) / 0.0225$, 计算出当时形成时的深度分别是 5086 m、4410 m、3704 m、2944 m、1377 m、1184 m(表 1), 这表明矿区内控矿韧-脆性断裂的发生、热液蚀变和成矿过程、新构造运动均起始于 5 km 以上的表壳脆性域, 地块的抬升可能是伴随着构造运动分阶段地、间歇地进行的(Gustafson, 1989)。

表 1 雪峰山地区历史地应力(AE 法)演化及对应深度

Table 1 Ancient stress and its corresponding depth in Xuefeng Mts.

时代	期次	变形特征	最大主压应力/MPa	对应深度/m
晋宁期	变质期	准塑性变形	121.8	5086
雪峰期	成矿期前	脆性破裂	106.6	4410
加里东期	前成矿期	韧-脆性变形	90.7	3704
印支期	后成矿期	韧-脆性变形	73.6	2944
燕山期	成矿后早期	脆性为主	46.45	1737
喜马拉雅期	成矿后晚期	脆性破裂	34	1184

4.3.2 包裹体测压法形成深度估算 采用气液态包裹体均一法和温度测定值图解法, 求出与矿化蚀变对应的压力在平均盐度条件下分别为 31.4 MPa 和 145 MPa, 对应的深度为 328 m 和 1959 m, 平均深度分别为 374 m、773 m 和 1669 m。与 AE 法求得的深度相比, 大致相当于 $\sigma_{AE}(1)$ 、 $\sigma_{AE}(4)$ 和 $\sigma_{AE}(6)$ 事件之间有 3 次热液蚀变作用。

4.4 断裂带的运动学特征

4.4.1 NE 向断裂带的相对运动方向 该断裂带内小揉皱倒向指示该构造带上盘自 SE 向 NW 方向逆冲推覆。绿泥石 X 射线岩组分析表明, NE 向断裂带在平面上呈左行; 石英 X 射线岩组分析则显示, 石英脉形成及蚀变之后有过自 NW 向 SE 的正断滑覆变形。因此, NE 向断裂带具有早期逆冲推覆、晚期正断滑覆的运动学特征。

4.4.2 NW 向断裂带的相对运动方向 宏观所见及绢云母 X 射线岩组分析表明, NW 向含矿构造带在平面上具有左行的运动特征; 石英 X 射线岩组分析, 则反映出硅化透镜体密布的 NW 向构造带具有 SW 盘下降的运动方式。总之, NW 向构造带早期具张扭性质, 形成片理和硅化透镜体, 晚期为拉伸条件下的正断变形(翟裕生等, 1993)。

4.5 断裂带的动力学特征

4.5.1 NE 向含矿构造带的动力学 NE 向构造带的形成与区域上的燕山期新华夏构造体系及早期逆冲推覆构造活动有关, 主压应力方位为 NW—SE 向, 由于该地块伴随着新华夏系的扭动发生逆时针转动, 致使晚期主压应力方位偏转到 SSE—NNW(图 4)。

该区东北部的狗皮溪含金断裂带中, 其 σ_1 的方位主要为 $\sigma_1 = 345^\circ$, 表明早期主应力为 NW—SE 方向, 晚期为 $\sigma_1 = 280^\circ \sim 270^\circ$, 说明主应力为近 EW 方向。在桐溪、芙蓉溪等地的含金断裂带中, 其 σ_1 的方位早期也多介于 $350^\circ \sim 320^\circ$ 之间, 晚期呈逆时针转动, 且扭动幅度略大于狗皮溪地区, σ_1 的方位也多为 $250^\circ \sim 230^\circ$ 。桃树湾矿段 σ_1 的方位早期为 340° 左右, 晚期则转变为 30° 左右, 呈逆时针转动; 容矿形成时为 $350^\circ \sim 320^\circ$ 方向的主压应力方位条件, 成矿可能发生在容矿断裂所在方位逆时针转动过程中, 成矿后的最大主应力方位转到 $\sigma_1 = 270^\circ \sim 230^\circ$ 或 $\sigma_1 = 30^\circ$ 时。

4.5.2 NW 向含矿构造带的动力学 在石榴寨金矿带早期 σ_1 的方位在 $48^\circ \sim 108^\circ$ 之间, 随着构造活动的进行发生逆时针旋转, 且转动角较大; 晚期 σ_1 的方位也多介于 $175^\circ \sim 260^\circ$ 之间, 主要集中在 180° 和 250° 左右。表明 NW 向容矿断裂形成时的主应力来自于 NE—SW 方向, 成矿后则转为近 SN 方向,

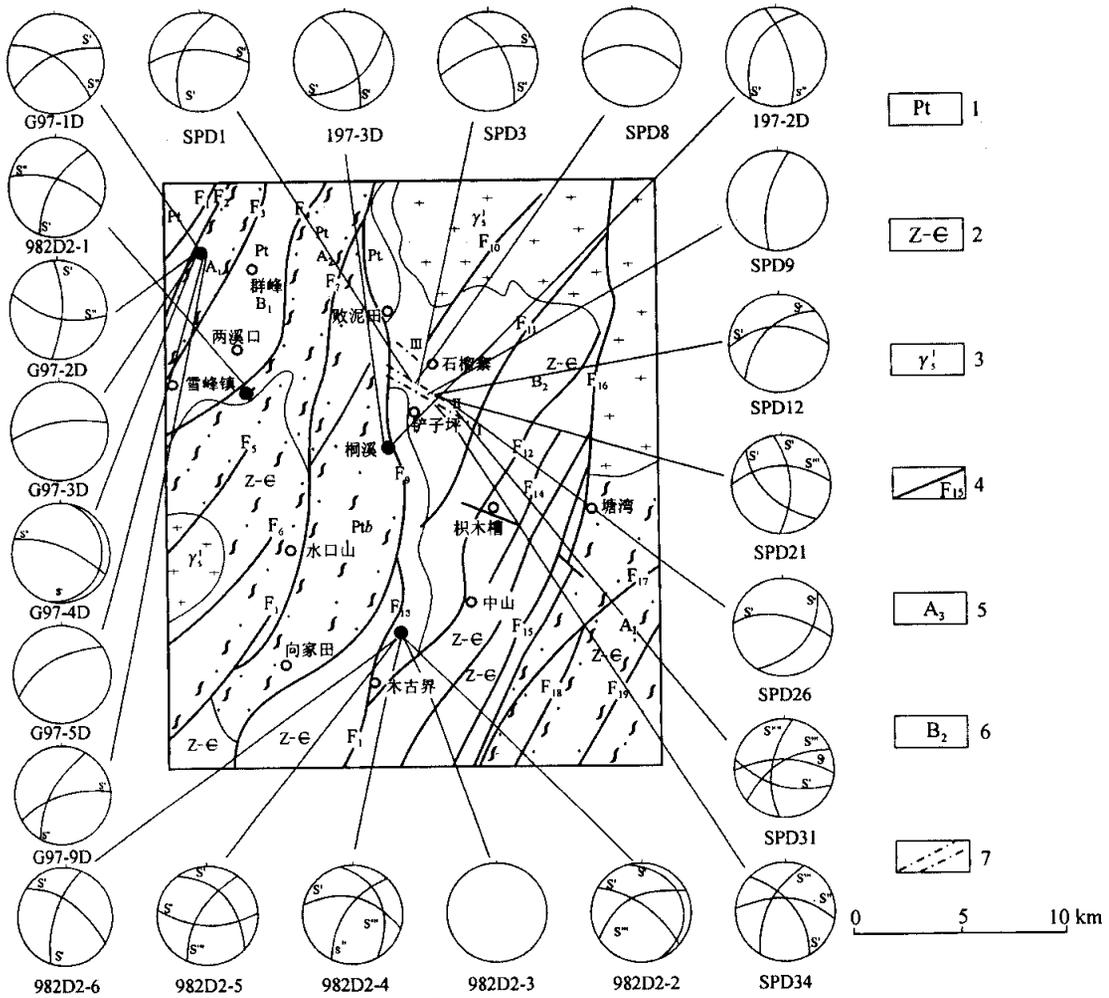


图 4 雪峰山地区地质构造及主应力方位简图

Fig. 4 Geological map and main stress orientation map in Xuefeng Mts.

(图例说明同图)

且至少经历了二期较为明显的主应力方位改变阶段。

在金牛山矿化带,早期 σ_1 的方位在 $0^\circ \sim 40^\circ$,随着动力作用的增强出现逆时针扭动,第二期 σ_1 的角度介于 $60^\circ \sim 70^\circ$ 之间,第三期 σ_1 的方位则发生明显的逆时针转变,其方位为 $320^\circ \sim 340^\circ$ 。表明该矿化带形成时主应力来自于 NNE—SSW 方向,成矿期则变为 NEE—SWW 方向,成矿后又转为 NW—SE 方向,这种情况提示 NW 向成矿带是低级序断裂带。

5 结论

(1)雪峰山金矿区处于 NE 向、NW 向、近 SN 向和近 EW 向构造的复合部位,其中 NE 向和 NW 向构造为主要构造格架,NW 向断裂受 NE 向断裂带的控制,形成时间前者略晚于后者,但仍为统一应力场作用下的产物,NW 向构造多为 NE 向的伴生或派生构造。因此其动力学演化特征与 NE 向构造基

本一致,但有其特殊的一面。

(2)从断裂性质和作用强度讲,NE 向和 NW 向构造脆性变形时的应力作用方式不同、力学性质不同,且应力方向有所改变,应力值从早到晚均发生衰减,早期是发生在地壳深层次的脆性剪切,晚期陆壳抬生后脆性叠加,形成了叠加的动力变质带及特征的显微构造和蚀变(矿化),因而对成矿有利。

(3)NE 向断裂的声发射法、动态重结晶石英粒度法、石英亚颗粒法等变形岩石差应力估算值在 $42.39 \sim 68.40$ MPa 之间;而 NW 向断裂带则介于 $27.44 \sim 53.14$ MPa。声发射法、包裹体测压法推测控矿构造韧性变形时的形成深度为 $3\ 704 \sim 5\ 086$ m,脆性变形时为 $375 \sim 2\ 944$ m。岩组分析说明 NE 向断裂具有早期逆冲推覆、主压应力属 NW—SE 向应力系统;晚期正断滑覆、应力方位偏转到 SSE—NNW 向。

致谢:本项研究在野外工作中得到了湖南地质矿产局四〇七地质队骆学全高级工程师、魏道芳高

级工程师、赵建光工程师、湖南省怀化地质矿产局刘湘勤高级工程师的大力协助,在此表示衷心的感谢。

参 考 文 献

湖南省地质矿产局. 1988. 湖南省区域地质志. 北京: 地质出版社.
 刘瑞. 1988. 显微构造地质学. 北京: 北京大学出版社.
 王建平, 刘永山, 董法先等. 1992. 内蒙古金厂沟梁金矿构造控矿分析. 北京: 地质出版社.
 魏道芳. 1993. 铲子坪金矿成矿物质来源及成矿机理地球化学研究. 湖南地质, 12(1): 29~34.
 许志琴. 1984. 地壳变形与显微构造. 北京: 地质出版社.

杨国清. 1990. 构造地球化学. 桂林: 广西师范大学出版社.
 翟裕生, 林新多. 1993. 矿田构造学. 北京: 地质出版社.
 朱大岗, 孟宪刚, 王建平等. 1998. 湘西雪峰山中段金矿区主要断裂带构造特征及其控矿作用. 地质力学学报, 4(1): 63~71.
 朱大岗, 吕古贤, 郭初笋等. 1999. 龙口—莱州断裂带中段韧-脆性构造变形特征及其动力学. 地球学报, 20(1): 16~23.
 Gustafson L. B. 1989. The importance of structural analysis in gold exploration. Economic Geology, 84: 987~993.
 White S. H. 1988. Shear and fault controls of gold mineralization: an exploration overview. Bicentennial Gold 88, Poster Programme (2): 651~654.

Structural Features and Dynamics of Major Fault Belts in Gold Deposits of Middle Xuefeng Mountain

Meng Xiangang Feng Xiangyang Shao Zhaogang
 Yang Meiling Zhu Dagang Wang Jianping
 (Institute of Geomechanics, CAGS, Beijing)

Abstract The major structures in the gold ore district in Middle Xuefeng Mountain can be divided two belts. ① The NE-trending fault belt, which is composed of some parallel Caledonides faults. They were active in Indosinian-Yanshanian epoch and belong to Xuefeng Mountain arcuate ductile shear zone. They are distributed in parallel in plan and in imbricate arrangement in profile. There exist mylonite and silicized gold alteration and they are major ore passageway structures in this region. This belt belonged to the structural phase ductile shear zone at the early stage, which was composed of a set of ductile deformation masses. Later it uplifted and formed a set of poor structural phase brittle-ductile deformations. ② The NW-trending fault belt. It is composed of schistosity zone, silicated vein zone, fracture zone and is distributed among NE-trending fault belts. It was formed later than the NE-trending fault belt, i. e., during the late ductile deformation stage or later. It is characterized by similar distance in plan and ribbon form in section. They are major host structures, which control the Tangwan-Chanziping metallogenic belt, the Zimucao-Tongxi-Liangxikou-Daping metallogenic belt, the Taojinkeng-Baiyanyun-Shuikoushan metallogenic belt and the Guanyintian-Xiangjiatian metallogenic belt. Based on an analysis of macrostructures, microstructures, tectonite and structural geochemical features, it is inferred that the NW-trending faults are the associated or induced structural belts of NE-trending faults. The differential stress values of NW-trending faults are between 42.39 and 68.40 MPa measured by echo-emotion, dynamic recrystallized quartz grains and quartz subgrains, while those of NE-trending faults are between 27.44 and 53.14 MPa. The depths of ductile deformation of ore-controlling structures are about 3 704~5 086 m and the depths of brittle deformation are about 375~2 944 m. Petrofabric analysis shows that polar projection of chlorite and quartz in NE-trending faults are mainly horizontal big circle and density, and major density or dot density parallel or vertical to the kinematic main axis. Dynamic features show that the NE-trending faults thrust at the early stage and their main stress belongs to NW-SE stress system, but at the later stage they were normal faults and the main stress orientation changed to SSE-NNW or SN trending. It is also shown that the major stress orientation that formed the NW-trending fault was NE-SW and NNE-SSW trending and it changed to SN and NW-WE trending after the formation of the ore deposits.

Key words Xuefeng Mountain ductile-brittle fault belt tectonic deformation dynamics

雪峰山中段金矿区主要断裂带构造特征及其动力学

作者: [孟宪刚](#), [冯向阳](#), [邵兆刚](#), [杨美玲](#), [朱大岗](#), [王建平](#), [Meng Xiangang](#), [FENG Xiangyang](#), [SHAO Zhaogang](#), [Yang Meiling](#), [ZHU Dagang](#), [Wang Jianping](#)
作者单位: [中国地质科学院地质力学研究所](#),
刊名: [地球学报](#) 
英文刊名: [ACTA GEOSCIENTIA SINICA](#)
年, 卷(期): 2001, 22(2)
引用次数: 1次

参考文献(11条)

1. [湖南省地质矿产局](#) [湖南省区域地质志](#) 1988
2. [刘瑞](#) [显微构造地质学](#) 1988
3. [王建平](#). [刘永山](#). [董法先](#) [内蒙古金厂沟梁金矿构造控矿分析](#) 1992
4. [魏道芳](#) [铲子坪金矿成矿物质来源及成矿机理地球化学研究](#) 1993(01)
5. [许志琴](#) [地壳变形与显微构造](#) 1984
6. [杨国清](#) [构造地球化学](#) 1990
7. [翟裕生](#). [林新多](#) [矿田构造学](#) 1993
8. [朱大岗](#). [孟宪刚](#). [王建平](#) [湘西雪峰山中段金矿区主要断裂带构造特征及其控矿作用](#)[期刊论文]-[地质力学学报](#) 1998(01)
9. [朱大岗](#). [吕古贤](#). [郭初筭](#) [龙口-莱州断裂带中段韧-脆性构造变形特征及其动力学](#)[期刊论文]-[地球学报](#) 1999(01)
10. [Gustafson L B](#) [The importance of structural analysis in gold exploration](#) 1989
11. [White S H](#) [Shear and fault controls of gold mineralization : an exploration overview](#) 1988(02)

相似文献(0条)

引证文献(1条)

1. [杨奎锋](#). [杨坤光](#). [马昌前](#) [雪峰山安化-溆浦断裂带变形特征及ESR定年](#)[期刊论文]-[大地构造与成矿学](#) 2004(3)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_dqxb200102005.aspx

下载时间: 2010年5月31日