

湘东北九岭-清水地区韧性剪切带型 金矿控矿特征及找矿方向

顾江年, 宁钧陶, 吴俊

(湖南省地勘局四〇二队, 长沙 410014)

摘要:九岭-清水韧性剪切带是湘东北三条区域规模的韧性剪切带之一, 黄金洞、万古等金矿床就处于该剪切带上, 是典型的受韧性剪切带控制的矿床。武陵-雪峰期的韧性剪切变形不仅形成了导矿通道和容矿空间, 也促使冷家溪群含金建造成矿物质的活化迁移; 加里东-燕山期形成的NE向深大断裂和伴随的大规模岩浆活动, 导致成矿热液再次活化转移并沉淀成矿。韧性剪切构造为金成矿创造了空间条件, 而且还通过力学-化学耦合机制参与活化转移成矿各个环节。本文总结了该类矿床的控矿特征和找矿标志, 指出了该地区的找矿方向。

关键词:韧性剪切带型金矿; 构造控矿特征; 找矿标志; 找矿方向; 九岭-清水韧性剪切带; 湘东北地区

中图分类号: P618.51

文献标识码: A

湘东北金矿成矿区位于扬子准地台南缘、江南古陆^[1]造山带中段, 是湖南省的一个重要的脉型金矿成矿区^[2-4]。金矿(床)赋存于中元古界冷家溪群的一套浅变质碎屑岩地层中, 与近东西向韧性剪切带基底构造密切相关。该区发育三条区域规模的近东西向韧性剪切带, 即北部的九岭-清水韧性剪切带; 中部的连云山-长沙韧性剪切带; 南部的青草-株州韧性剪切带^[5]。黄金洞金矿、万古金矿就分别处于九岭-清水剪切带的东西两端, 是典型的受韧性剪切带控制的矿床^[2,5-6]。本文试图通过研究九岭-清水韧性剪切带对黄金洞、万古、大洞等金矿床的控矿作用, 总结该类矿床的成矿模式及找矿标志, 进而指导该带的地质找矿。

1 研究区地质特征

1.1 区域地质概况

研究区横跨幕阜山-韶山断隆带、长沙-平江拗

断带、连云山-青草断隆带三个三级构造单元^[3]。区内地层主要出露有中元古界冷家溪群, 由区域性思村-塔洞断裂将其分割为西北区和东南区。西北区的岩石以板岩、粉砂质板岩、变质砂岩、变质杂砂岩为主, 少量千枚岩、片岩。东南区以片岩、千枚岩为主, 也有粉砂质板岩、变质粉砂岩。在东南区与西北区冷家溪群之间的断陷槽内发育有白垩系的一套陆相红色碎屑岩系, 岩石为砂岩、砂砾岩和石英砂岩、长石石英砂岩等。

冷家溪群经过武陵-加里东多期构造运动产生近东西向一系列近于平行的同向倒转复式紧密型褶皱及韧性推覆剪切带, 为本区的基底构造^[3]。燕山期受到NW-SE向的挤压应力的作用, 在本区域形成了一系列以长平大断裂为代表的NE向深大断裂带, 切割了早期的近E-W向韧性剪切带(图1)。本区构造特点是以近E-W向构造为基础, NE向构造为主、NW向构造为次的相互交织的构造构架^[2-3]。

本区东部有连云山、幕阜山岩体, 西部有金井、望湘岩体, 为燕山期S型花岗岩岩基, 其岩性主要为二长花岗岩。

收稿日期: 2011-06-01; 修回日期: 2011-08-30

作者简介: 顾江年(1962—), 男, 工程师, 主要从事矿产地质调查工作; E-mail: 1632004387@qq.com

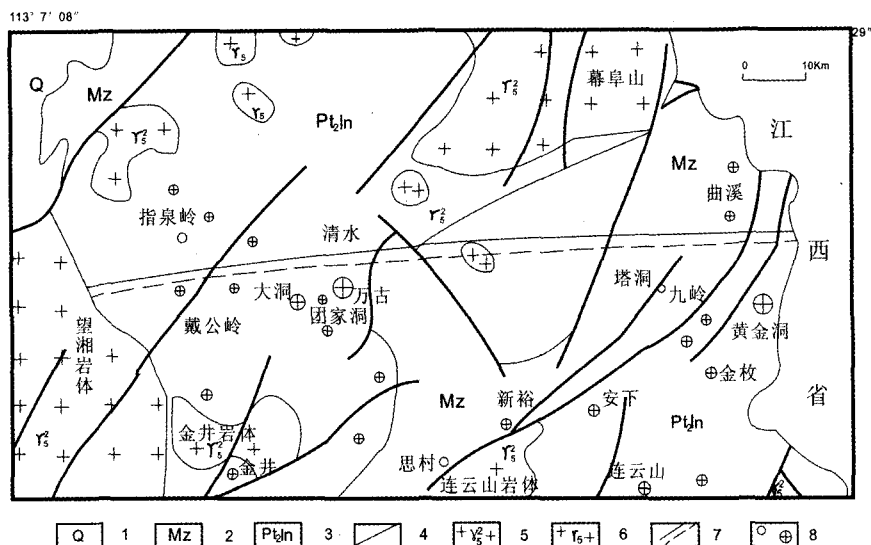


图1 湘东北九岭-清水地区剪切带与金矿分布关系略图

Fig.1 Spatial relationship between gold Mineralization and Jiuling-Qingshui shear zone, northeastern Hunan

1-第四系;2-中生界;3-中元古界冷家溪群;4-断层;5-燕山期花岗岩;6-加里东期花岗岩;

7-韧性推覆剪切带;8-金矿床、金矿点

1.2 区域成矿特征

研究区主要有黄金洞、万古、大洞、曲溪等大小金矿床(点)三十余个^[6],目前共发现矿脉带 70 余条,它们均产在近 E-W 向或 NWW-SEE 向韧性剪切破碎带中。赋金地层均为中元古界冷家溪群,岩性为板岩、粉砂质板岩、变质凝灰质粉砂岩、绢云母板岩及变质细砂岩等。

矿区地层多表现为单斜构造,但实际上为一系列近东西向近于平行的同向倒转复式紧密型褶皱^[2]。断裂构造主要有近 E-W 向和 NE 向两组,均

具多期次活动特征,其中近 E-W 向或 NWW-SEE 向断裂最为发育且发育较早,与成矿关系密切^[3,5-6]。

矿区内矿脉带成群成带出现,与地层产状基本一致,倾向 NNE 或 NE,倾角中等,一般 35°~60°,局部变陡或变缓。矿体长 80~1200 m,厚 0.28~12.75 m,矿体主要呈透镜状、似层状等,受地层和构造控制明显^①。

矿床类型主要为破碎带蚀变岩型(图 2)与碎裂石英脉型。金品位变化很大,一般 3×10^{-6} ~ 17×10^{-6} 。矿石矿物为黄铁矿、毒砂、自然金和少量辉锑矿等

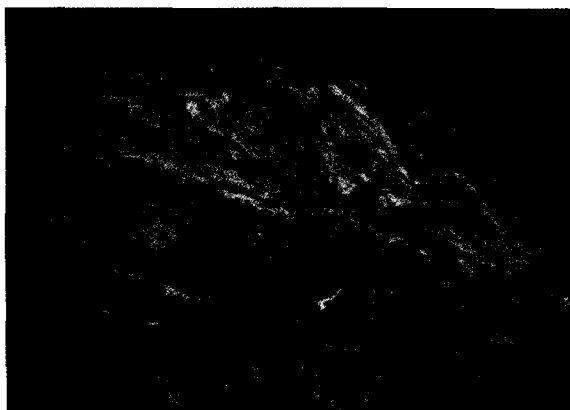


图2 黄金洞矿区金塘矿段1号脉含金蚀变破碎岩矿体
Fig. 2 Gold-bearing altered fracture ore-body in No.1 vein of Huangjindong gold deposit

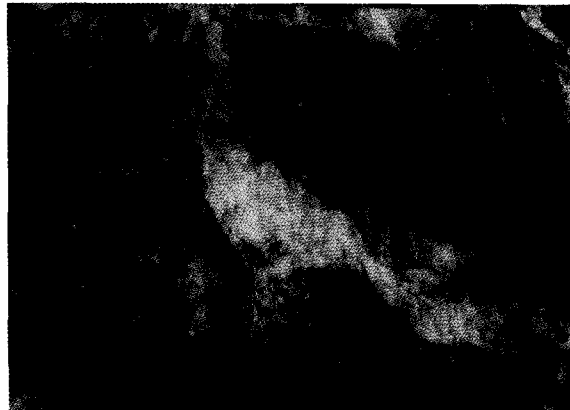


图3 万古矿区团家洞金矿2号脉黄铁矿化、毒砂矿化金矿石
Fig. 3 Pyritic and arsenopyritic gold ore in No.2 vein of Tuanjiadong deposit in Wangu gold ore district

组成的中低温矿物共生组合^②。矿石构造有微细粒浸染状、角砾状、网脉状构造等。毒砂、黄铁矿是最主要的载金矿物(图3),自然金主要分布于毒砂、黄铁矿的微裂隙中,或被包裹于毒砂或黄铁矿的晶体内。脉石矿物主要为石英、长石、云母、绿泥石及少量白云石、电气石、粘土矿物。

围岩蚀变有硅化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化、黄铁矿化等,在含矿脉带及两侧,蚀变明显加强,主要有硅化、碳酸盐化、绢云母化、黄铁矿化、毒砂化,并可伴有辉锑矿化及微弱的闪锌矿化、黄铜矿化、辉铜矿化及方铅矿化等。蚀变没有明显的分带现象,与正常围岩呈渐变关系。

2 剪切带基本特征

九岭-清水韧性剪切带地处扬子板块与华夏地块的会聚碰撞带上^[20],在两古陆块的碰撞拼合过程中,冷家溪群受到S-N向应力强烈挤压变形形成一系列近东西向倒转复式紧密型褶皱及韧性推覆剪切带^[9]。该剪切带始于武陵-雪峰期,定型于加里东期,在该剪切带形成后又经历了印支运动、燕山运动作用,使构造形迹复杂多样,韧性剪切带总体走向与冷家溪群地层走向及基底褶皱轴向基本一致,呈近E-W向或NWW向,具膨大缩小及分支复合现象。

本区韧性剪切带标志明显,其宏观的表现特征及微观的变形特征主要有:

(1)剪切带控矿构造产出于中元古界冷家溪群地层中,属于早期产生且经后期多次构造活动叠加的基底构造,顺层或小角度切层,走向与地层走向总体一致;

(2)以断裂破碎带形式产出,断裂破碎带沿走向延伸较远,一般延伸长度200~3000 m。沿走向及倾向均呈舒缓波状。

(3)剪切带具水平剪切及垂向推覆两种滑动作用,这就决定了剪切带在走向和倾向上具有透镜体的特点^[9],此外,糜棱化、片理化、拖拽褶皱和羽状裂隙等挤压剪切破碎形迹都清晰可见(图4)。

(4)断面清楚,其面上有断层泥或糜棱岩,断层破碎带中角砾多呈棱角状、次棱角状,局部见围岩团块,基质较少,胶结一般较松散。

(5)断裂破碎带内往往发育有致密块状含金石英脉,含金石英脉呈脉状、透镜状或扁豆状产出,具

强油脂光泽。

3 韧性剪切带控矿特征

3.1 冷家溪群与金矿化的关系

湘东北目前发现的脉型金矿床均产于冷家溪群地层中。冷家溪群为一套含火山碎屑物质的粘土质-粉砂质-细砂质浊流沉积物,其元素组合具有富Au-As-Sb-W的特点,金元素高出上部地壳丰度2~18倍^[7],被称之为江南古陆上的含金建造^[3,8]。据人工重砂分析,冷家溪群岩石含有大量的硫化物,如黄铁矿、毒砂等,野外观察也发现岩层中含有同生黄铁矿的大量存在。而研究表明,岩石中金元素的释放主要受岩石中黄铁矿等硫化物含量的影响^[3,4,9]。本区冷家溪群岩石具有较高的硫含量,后期受构造-热变质改造过程中金势必会发生一定规模的活化迁移活动,为本区金矿成矿作用提供大量的物质来源。

据本区金、砷元素含量分布直方图统计,冷家溪群金和砷呈明显的双峰分布,说明冷家溪群中存在金、砷的相对富集层位和非富集层位^[9]。地层中金、砷分布的不均一性,有利于它们在后期地质作用中的活化迁移。

黄金洞、阳山庄等金矿床进行的Rb-Sr/K-Ar和铅同位素测定表明,其三组年龄值大体相当,一般大于600 Ma,暗示了雪峰晚期可能为区内的一个重要成矿期^[9],分散在冷家溪群中的金元素在韧性剪切变形-热流体改造作用下完成了本区金矿化的初始富集。

3.2 北东向深大断裂与韧性剪切带的控矿作用

本区区域构造主要有近东西向和北东向2组。形成于燕山期的北东向深大断裂,切割了近E-W向或NWW向韧性剪切带,成为沟通深部的桥梁,为岩浆、深部流体和成矿物质向上运移提供了通道^[10],并使剪切带发生后期改造,成矿热液随断裂裂隙重新活化运移,在剪切带适当部位沉淀成矿^[4]。二者对矿床的形成具有不同的作用,且相互制约,联合控制矿床的形成与分布。NE向断裂起后期改造作用及热液重新运移的导矿构造作用,而近E-W向或NWW向韧性剪切带是配矿和容矿构造。在断裂交汇处易形成较大矿体。

黄金洞、万古、大洞等金矿都是沿着NE向断裂旁侧的近E-W向韧性剪切带分布的,且与NE



图4 大洞矿区20号脉120中段

Fig.4 Shear zone in 120-meter level of No.20 vein Dadong gold deposit

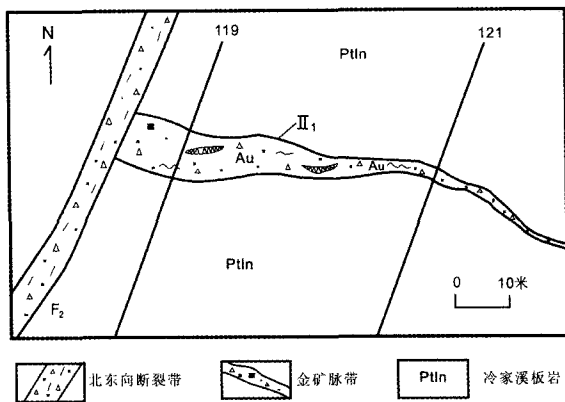


图5 万古团家洞金矿Ⅱ号脉60中段素描图

Fig. 5 Abbreviated drawing of 60-meter level of No.2 vein in Wangu gold deposit

向深大断裂的交接处附近是金矿富集有利部位,容易形成厚度较大、品位较高的矿床。如万古团家洞金矿Ⅱ号脉119线60米标高靠近 F_2 断裂处矿体厚度达7.12米,金平均品位 11.0×10^{-6} ,而40m外121线矿体厚度变小为1.8m,品位降低为 6.8×10^{-6} (图5)。

3.3 剪切带成矿与岩体的关系

湘东北地区是湖南省岩浆活动最强烈的地区之一,武陵期、雪峰期、加里东期、燕山期岩浆活动不断,尤以燕山期花岗质岩浆活动最为强烈、出露面积最广^[11,12]。这些燕山期花岗质岩通常被认为是由冷家溪群和/或更古老的岩石经部分熔融形成的S型花岗岩^[11-14]。

董国军等(2008年)通过对含金石英脉石英流体包裹体Rh-Sr同位素测定,得到黄金洞金矿床年龄值 152 ± 13 Ma^[15],而胡瑞英等(1995)利用裂变方法获得万古金矿床矿脉石英表观年龄在110~160 Ma之间^[16],这都反映出燕山期为本区又一主要成矿期,燕山期强烈的构造岩浆活动对本区金矿床的形成具有重要的影响。

研究区内金井、望湘、连云山等燕山期岩体的侵位与NE向深大断裂空间位置上密切相关^[2]。万古金矿床10千米之外有金井花岗岩体,黄金洞金矿床10千米外有连云山花岗岩体,毛景文(1997)^[3]与李恒新(1995)^[17]的工作证实,金井岩体与连云山岩体的平均金含量分别为 1.09×10^{-9} 和 1.4×10^{-9} ,说明本区的花岗岩体含金量低于同类岩石的克拉克值,不足以为万古金矿和黄金洞金矿提供物质来源。但这并不意味着本区成矿与岩体无关。岩体存在

是热源,是深部物质上升的一种形式,金在地球中的分布以地幔含量相对高^[17],深部热流携金,可能是本区金矿成矿的一种补充形式。深部流体沿断裂上涌,与近E-W向韧性剪切带中含金热液汇合成循环系统,且在适宜环境中成矿。

万古矿区含金石英脉的稀土元素球粒陨石分布型式与金井花岗岩体中岩石的REE分布型式比较接近,与冷家溪群岩石差别明显^[9],这些特征表明,花岗岩体及与其有关的热液,提供了一定的物质和热动力来源^[18],在一定程度上,对金矿床的形成有着积极的贡献。

3.4 韧性剪切带型金矿构造特征

由于受到多期构造运动影响,韧性剪切带上节理裂隙及次级断裂发育,节理主要为剪节理,张节理次之,多呈共扼“X”型成群成组出现,切割岩层呈菱形破碎^①。剪切带附近及其两侧出现的部分次级断裂,可能为同向节理发展演化而成,剪切带早期的次级断裂具备成矿条件,成矿后期的次级断裂且对矿体起切割破坏作用。这表现在剪切带金矿脉展布在走向和倾向上具有分支复合、尖灭再现的特点。远离含矿主构造则可形成所谓“鸡窝”状、“藕节”状小矿体。

韧性剪切带与褶皱的形成演化相关,空间分布上相互叠加,即形成所谓的背斜加一刀,成为重要的控矿因素。成矿热液沿断裂裂隙运移到褶皱的转折端沉淀成矿。矿层随褶皱产状变化可重复多层出现,褶皱轴部加厚,翼部拉薄。黄金洞金矿区大部分矿体产在倒转褶皱的转折端及附近虚脱部位。如黄金洞金塘矿段1号脉和3号脉均产于倒转

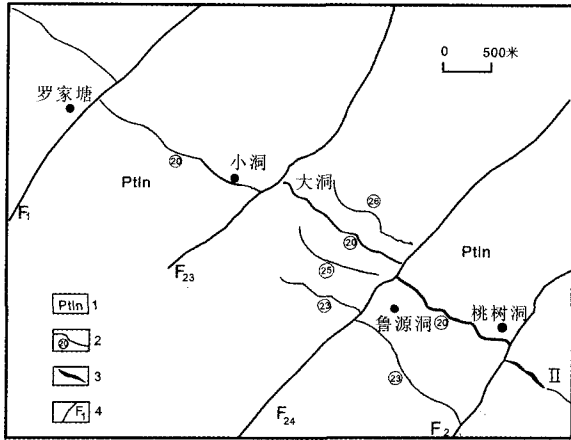


图6 大万金矿20号脉地质略图

Fig. 6 Geologic drawing of No.20 vein Dawan gold deposit

- 1、冷家溪群坪原组;2、含矿蚀变剪切破碎带;
3、矿体;4、NE向断裂破碎带

向斜转折端的有利成矿部位。

由于构造应力往往具有等距离释放的作用^[19],具导矿构造作用的北东向断裂也大致等距产出切割了近 E-W 向韧性剪切带,导致本区金矿具有大致等距产出的特征^[5,6]。在大万矿区规模较大的 5 号、8 号、20 号含矿蚀变剪切破碎带上都具有较明显的金矿体等距特征,如 20 号脉上每隔 500~600 m 左右便有一个金矿体产出,如桃树洞金矿、鲁源

洞金矿、大洞金矿、小洞金矿等(图 6),每个矿体走向延伸长度一般 200~400 m。预计在小洞以西罗家塘方向还可能找到类似的金矿体。

由于剪切带的扭张剪切作用,使金矿体的产出往往表现出一定的侧伏现象。矿体的侧伏主要受断裂构造两盘相对运动过程中产生的引张空间的侧伏制约,是构造与成矿流体运移综合作用的产物^[20]。在本区不同的矿体可能具有不同的侧伏方向,有的矿体甚至并没有明显侧伏现象,目前对该地区矿体的侧伏规律还有待进一步的研究认识。如黄金洞矿区杨山庄矿段 202 号矿脉通过完工的工程显示其深部具有向北西侧伏的规律(图 7),侧伏角 45°;大洞矿区 20 号矿脉深部通过工程揭露且具有向北东侧伏的规律,侧伏角 50°。

3.5 剪切带成矿模式

构造成矿理论从构造演化的角度指出地壳构造演化的规律和方向,直接决定了成矿作用的演化与特征,由此引起成矿的多阶段作用、继承作用、递进和叠加作用,导致成矿的多样性和综合性^[21]。

本区金矿化是剪切带长期活动的结果,剪切带是金矿化的主要控矿因素。剪切构造不仅为成矿物质的运移和定位创造空间条件,而且还通过力学-化学耦合机制参与活化转移成矿各个环节^[11,3]。韧性剪切活动改变了岩石的组构特征,促使矿物、岩石

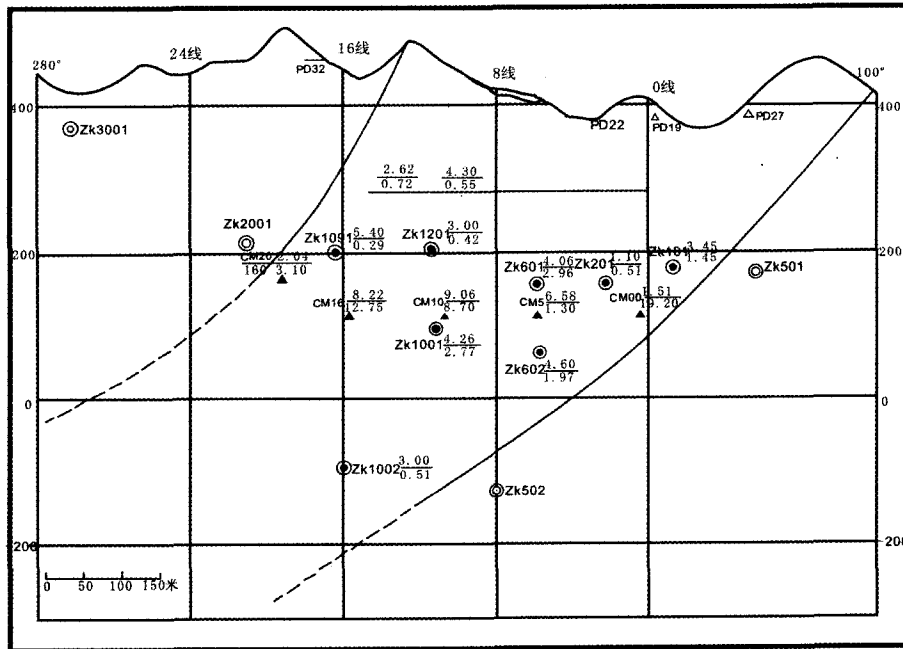


图7 黄金洞金矿杨山庄矿段202矿脉垂直纵投影图

Fig. 7 Vertical projection map of No.202 vein in Yangshanzhuang ore section of Huangjindong gold deposit

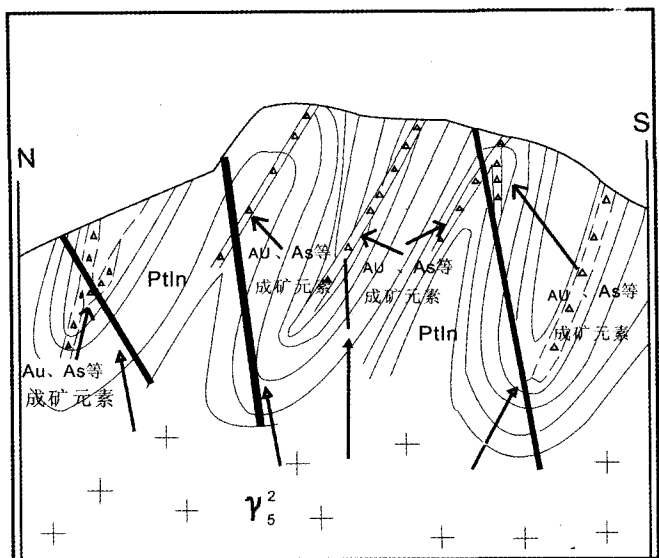


图8 九岭-清水地区金矿成矿模式图

Fig.8 Metallogenic model of gold mineralization in Jiuling-Qingshui area

1、冷家溪群;2、燕山期花岗岩;3、韧性剪切断裂带;4、北东向深大断裂;5、热液运移方向;6、成矿元素迁移方向;7、金矿脉

细粒化和矿物晶格变形,增加元素的活性,加速流体的对流循环;韧性剪切活动可使机械能转化为热能,提供动力变质热液和流-岩反应环境,为岩石中金的活化迁移提供动能;韧性剪切活动还可改变岩石中金的赋存状态,产生捕金岩相——糜棱岩、超糜棱岩、片岩和微砂糖状石英等^[2]。在韧性剪切带的形变发展过程中(韧性→脆-韧性→脆性),由于劈理、片理和裂隙的发育,导致岩石孔隙度的增大,有利于后期热液的活动和矿质的析出^[23],导致金矿化的叠加富集。

武陵-加里东期,本区形成了近 E-W 向构造体系,剪切带和基底褶皱呈近 E-W 向或 NWW 向展布,分散在冷家溪群地层中的金元素在构造和热改造变质过程中发生长距离的活化转移,剪切带为矿液流动准备了良好的通道,并成为成矿物质沉淀的场所,形成金成矿的初始富集。燕山期剧烈的构造运动,形成一系列 NE 向深大断裂,同时全区爆发大规模的岩浆活动,有些断裂切穿基底及隐伏岩体,成矿热液沿断裂裂隙重新活化转移,在剪切带构造有利部位进一步富集成矿(图 8)。

4 找矿标志与找矿方向

4.1 找矿标志

(1)地层标志:冷家溪群地层为本区的矿源层,

其金、砷的丰度值较高,区内的金矿脉主要分布于该地层中。

(2)构造标志:区域内 NE 向断裂与 NWW 向的断裂组合是本区成矿的构造标志,北东向旁侧的近东西向韧性剪切带是主要的容矿控矿构造,且两组断裂的交接处及旁侧是金矿找矿的有利部位。

(3)岩浆岩标志:本区黄金洞、万古等金矿区及附近外围未见岩体出露,但稍远(10 km 外)范围内有连云山、金井、望湘等燕山期二长花岗岩体出露。通过在快鸟卫星图上解释发现,在黄金洞矿区有清晰的环形构造存在,其间还有近 E-W 向线形构造发育。区内环形构造主要与岩体有关,此影像反映深部可能有隐伏岩体存在。本区金矿床与燕山期构造、岩浆活动密切相关。

(4)蚀变标志:硅化、黄铁矿化、毒砂化是金矿化的蚀变标志。含金石英脉中常伴有方铅矿化、铁闪锌矿化及辉锑矿化。地表矿脉带中具较强的褐铁矿化,部分围岩具退色化现象。绢云母化、绿泥石化等与金成矿关系不大。

本区毒砂矿化、黄铁矿化(特别是毒砂矿化)对于找金有极强的指示意义,其含量多少或有无,在野外可直接目估判断蚀变破碎岩石含金品位高低或有无。

(5)地球化学标志:土壤 Au、Sb、As 元素综合异常;水系沉积物 Au、Sb、As、W 元素综合异常;及土壤中气汞异常是找金矿的地球化学标志。

4.2 找矿方向

通过对本区韧性剪切带控矿特征及主要找矿标志的分析,认为万古-戴公岭、新裕-安下、黄金洞-九岭为本区金矿找矿远景区。

(1) 万古-戴公岭找矿远景区

处于九岭-清水韧性剪切带西端,其西南数公里外有金井岩体和望湘岩体,分布在金井岩体附近的环形构造发育区。预测区受戴家洞断褶束中之雷神庙背斜北东翼控制,次级NW向(NWW向)断裂构造带或层间破碎带发育,在万古外围地表调查发现多个矿化蚀变现象较好的蚀变破碎带含金矿脉。该区加强地表调查及深部找矿,有望实现金矿找矿的进一步突破。

(2) 新裕-安下找矿远景区

该区控矿构造、蚀变特征与万古金矿相似,赋矿层位为冷家溪群,且NE、NW、近E-W向构造非常发育,成矿条件有利,燕山早期连云山二长花岗岩体周围有一系列铌、钽、铍、钨、锡、铅、锌、金矿化,在其东北侧沿思村-塔洞断裂带矿化呈现出有序带状分布,金的重砂异常分布面积大,水系沉积物Sb、Au、W、Hg元素异常浓集中心明显。目前已发现多个金矿化点,该区以往工作程度较低,进一步加强综合找矿力度,应具有较大的找矿前景。

(3) 黄金洞-九岭找矿远景区

黄金洞金矿自2007~2010年进行了接替资源勘查工作,新增333金资源量11.52吨,取得较好成果。黄金洞金矿金塘矿段、金枚矿段、杨山庄矿段的中深部以及其外围地区田心里等亦显示有进一步扩大金矿床规模的潜力。九岭-黄金洞-南桥一带冷家溪群分布广泛,岩石中金含量高,强度最高可达 400×10^{-9} 。构造变形强烈,褶皱、韧性剪切带、断层、劈理、面理广泛发育,成矿条件优越。金的水系沉积物异常和重砂异常发育,规模较大且强度高,且与已知矿点吻合性好,与金有关的地球化学异常12个,金矿物重砂异常6个,已知金矿点7处,显示出良好的找金远景。

注释:

- ① 袁兰陵,肖朝阳,吴俊,等.湖南省平江县黄金洞金矿接替资源勘查报告.湖南地勘局四〇二队,2010.
- ② 顾江年,黄宝亮,陈迪元,等.湖南省平江县万古矿区团家洞金矿详查报告.湖南地勘局四〇二队,2010.

参考文献:

- [1] 黄汲清. 中国区域地质的特征 [M]. 北京:地质出版社, 1988.
- [2] 刘亮明,彭省临,吴延之. 湘东北地区脉型金矿床成矿构造特征及构造成矿机制[J]. 大地构造与成矿学, 1997, 21(3): 197-204.
- [3] 毛景文,李红艳,徐珏,等. 湖南万古地区金矿地质与成因[M]. 北京:原子能出版社, 1997, 10.
- [4] 刘亮明,彭省临,吴延之. 湘东北地区脉型金矿床的活化转移[J]. 中南工业大学学报, 1999, 30(1): 4-7.
- [5] 肖拥军,陈广浩. 湘东北大洞-万古地区金矿构造矿定位机制的初步研究[J]. 大地构造与成矿学, 2004, 28(1): 38-44.
- [6] 符巩固,许德如,陈广浩,等. 湘东北地区金成矿地质特征及找矿新进展 [J]. 大地构造与成矿学, 2002, 26(4): 416-422.
- [7] Taylor S R, McLennan S M. The continental crust: Its composition and evolution [M]. Oxford: Blackwell scientific Publication, 1985.
- [8] 刘英俊,马东升. 华南含金建造的地球化学特征[J]. 地质找矿论丛, 1987, 2(4): 1-14.
- [9] Glasdon M J, Keays R R. Gold mobilization during cleavage development in sedimentary rocks from the auriferous slate belt of central Victoria [J]. Economic Geology, 1978. 73: 496-511.
- [10] 袁兰陵,季伟. 湖南万古金矿地质地球化学特征及其成因探讨[J]. 华南地质与矿产, 2008, 22(3): 22-28.
- [11] 李恒新. 湖南省花岗岩成因类型及其与金矿的关系[J]. 贵金属地质, 1995, 4(4): 183-293.
- [12] 贾大成,胡瑞忠. 湘东北燕山晚期花岗岩构造环境判别[J]. 地质地球化学, 2002, 30(2): 10-14.
- [13] 李鹏春,许德如,陈广浩,等. 湘东北金井地区花岗岩成因及地球动力学暗示: 岩石学、地球化学和Sr-Nd同位素制约[J]. 岩石学报, 2005, 21(3): 921-934.
- [14] Chen J F and Jahn B M. Crustal evolution of southeastern China: Nd and Sr isotopic evidence [J]. Tectonophysics, 1998, 284: 101-133.
- [15] 董国军,许德如,王力,等. 湘东北地区金矿床矿化年龄的测定及含矿流体来源的示踪——兼论矿床成因类型[J]. 大地构造与成矿学, 2008, 32(4): 482-491.
- [16] 胡瑞英,程景平,郭士伦,等. 裂变径迹法在金矿研究中的应用[J]. 地球化学, 1995, 24(2): 188-192.
- [17] 栾世伟. 金矿床地质及找矿方法[M]. 四川科学技术出版社, 1987.
- [18] Peng B and Frei R. Nd-Sr-Pb isotopic constraints on metal and fluid sources in W-Sb-Au mineralization at Woxi and Liaojiaping (Western Hunan, China) [J]. Mineralium Deposita, 2004, 39: 313-327.

- [19] 王仁,何国琦,王永法.地球动力学简介——现状与展望[C]. 见:构造地质学进展.北京:地质出版社, 1982:166-173.
- [20] 郭涛,吕古贤.胶东西北部金成矿带控矿构造系统分析[J].地质力学学报, 2007, 9 (1): 119-130.
- [21] 陈国达.成矿构造研究法[M].北京:地质出版社, 1978.
- [22] 刘继顺.韧性剪切带中金成矿研究的若干问题[J].地质论评, 1996, 42(2): 123-128.
- [23] 翟裕生,林新多.矿田构造学[M].北京:地质出版社,

Ore-controlling Characteristics and Prospecting Direction for Shear Zone-type Gold Deposits in Jiuling-Qingshui Area, Northeastern Hunan Province

GU Jiang-Nian, NING Jun-Tao, Wu Jun

(Team 402, Hunan Geology and Mineral Resources Exploration and Development Bureau, Changsha 410014, China)

Abstract: Jiuling-Qingshui ductile shear zone which is located at northeastern Hunan province is a famous gold mineralization-controlling structure, and Huangjindong, Wangu etc. gold deposits are formed in this region. The ductile shear deformation in Wuling-Xuefeng movement not only build the ore-transmitting channel and ore-bearing spatial, but also activation the gold in Lengjiayi Group. The NE-trending discordogenic fault and large scale magmatic activities in Caledonian-Yanshanian are vital for the reactivation of ore-forming hydrothermal fluid and sedimentary of ore minerals. Ductile shear structures are not only creating space for the gold mineralization, but also involved in all aspects of remobilization mineralization by mechanical - chemical coupling mechanisms. The ore-controlling characteristics and prospecting criteria for ductile shear-type deposits are summarized here, and prospecting direction of Jiuling-Qingshui area are also provided.

Key words: ductile shear zone-type gold deposits; ore-controlling structure characteristics; prospecting direction; prospecting criteria; Jiuling-Qingshui ductile shear zone; northeast Hunan province