

对江山—绍兴断裂带东段韧性剪切带 金矿深部找矿的认识

浙江省地质勘查局 王国武

自新世纪以来,特别是《国务院关于加强地质工作的决定》实施以来,全国危机矿山接替资源找矿和深部找矿工作取得重要进展,成果喜人,如广西南丹铜坑锡矿、湖北大冶铁矿、河北迁安铁矿、辽宁红透山铜锌矿、辽宁本溪铁矿等取得突破性进展。这些实例进一步说明有一批大中型矿床外围和深部具备很大的找矿潜力,充分证明500m以下深部找矿潜力巨大,坚定了找矿信心。尤其是继去年山东第六地质大队在山东焦家金矿带莱州寺庄矿区深部,发现了金资源量超过50吨的大型蚀变岩型金矿床之后,今年又在焦家金矿成矿带南段探明金矿资源量103吨的特大型金矿,成果非常惊人。焦家断裂带深部找矿的突破,无疑是对全国深部找金带来新的启迪。根据我省江山—绍兴断裂带东段剪切带型金矿成矿地质背景,谈点深部金矿找矿的粗浅看法,愿起抛砖引玉作用。

一、剪切带型金矿一般特征

1、概念

剪切带是发育在地壳内部的一种狭长的板状、席状、面状、或曲面状的由高应变岩石组成的构造带,即一条线性高应变带。与剪切带相关的金成矿作用所形成的金矿床一般被称为韧性剪切带型金矿、剪切带型金矿、脆—韧性剪切带型金矿或含金剪切带型金矿等。与剪切带相关的金矿床的矿化类型主要有蚀变糜棱岩型、破碎蚀变岩型和石英脉型,矿化主要表现为细脉浸染状、网脉状和脉状等。金矿化类型的产出受剪切变形作用的控制,一般地,在韧性变形域中发育细脉浸染状蚀变糜棱岩型和蚀变千糜岩型矿化,在脆—韧性变形域中发育网脉状蚀变糜棱岩型和破碎蚀变岩型矿化,在脆性变形域中发育石英脉型矿化。

整体上,在一个理想的连续演化的剪切带剖面上自下而上依次出现蚀变糜棱岩、破碎蚀变岩和石英脉等矿化类型,即不同的矿化类型与不同的构造层次、不同的构造岩类型和不同的构造变形强度等相对应,这是剪切构造活动对金成矿作用控制的直接表现。实际上,

随着地壳隆升剥蚀和大型剪切带的持续多阶段演化,后期多期性的脆—韧性或脆性构造变形叠加。可导致多种矿化类型在同一构造部位同时出现。

2、成矿作用

大量的研究表明,与剪切带相关的金矿床的成矿物质(包括成矿元素和成矿流体)主要来源于深部和容矿围岩,其演化过程受到剪切构造作用的制约。与剪切带相关的金矿床一般对围岩没有选择性,几乎可以产在所有的岩石中。容矿岩石普遍经受浅—中等变质作用,主要为绿片岩相,少数可达角闪岩相和麻粒岩相。但是,在不同岩性中金矿床的产出机率也不相同。

根据含金剪切带的构造演化过程和成矿作用特征,Bonnemaison等提出金成矿作用的三阶段模式:(1)早期阶段:韧性剪切带的形成使岩石发生糜棱岩化和强烈片理化,从而为热液活动提供了通道,使剪切带内的岩石遭受强烈蚀变,并在剪切带中心部位形成强硅化蚀变岩带。该阶段最初形成含金磁黄铁矿,接着被含金黄铁矿—白铁矿和毒砂所代替,金为分布于硫化物晶格内的不可见金,是金的初步富集阶段。(2)中期阶段:在脆—韧性变形过程中,剪切作用形成脆性裂隙及各种充填脉,如透镜状、脉状石英。剪切作用的持续进行使矿物遭受压碎作用,石英细粒化成糖粒状,成为金矿物的有利储集体。该阶段的热液作用导致早期的含金硫化物分解,不可见金在有利部位富集为可见金。(3)晚期阶段:在脆性变形机制下,大量张性裂隙在剪切带中形成。前期形成的金矿化发生原位重新活化,矿物组合更复杂,形成粒度较粗的金。金矿化在剪切带的构造演化中经历了不可见金—微细粒金—粗粒金的富集过程,金含量不断升高。

3、大型剪切带金矿的分布

大型剪切带是地壳中的高度活动带、能量汇聚带、高渗透区和流体汇集区,与剪切带相关的金矿床经常成带成群分布、集中出现,在空间上构成金矿化集中区,从而形成大型、超大型金矿床。例如,加拿大的阿比提比金矿带、西澳的卡尔古里—康巴尔达金矿带以及我国

华北地台周缘的胶东金矿带和小秦岭金矿带等。在这些金成矿带中,挤压推覆剪切带、伸展滑脱剪切带和平移走滑剪切带都有出现,尤其是当区域构造体系发生转换部位,例如使挤压型剪切带转变为伸展型或走滑型剪切带时,金的成矿作用规模将大大提高。一般地,以挤压推覆或伸展滑脱为主的大型剪切带往往与次级剪切带一起组成大型矿集区,如胶东和小秦岭地区等。而以走滑为主的剪切带则往往形成在走向上延伸长可达上百公里的大型成矿带,如控制广东河台金矿的吴川-四会剪切带、东天山康古尔塔格金矿带等。康古尔塔格金矿带沿其走向在200余公里的长度范围内产出大小金矿床(点)20多个,主要成矿作用发生在晚石炭世-早二叠世,由早期碰撞挤压转换为后碰撞阶段的右行走滑剪切的雅满苏-苦水大型剪切带控制着该金矿带的发育。因为沿走滑剪切带的走向应力应变分布的局域性,所以在不同部位可同时出现压剪变形区或张剪变形区,并形成多种类型的相关构造。在雅满苏-苦水大型剪切带中,由于剪切断裂面的弯曲导致构造应力应变分布的不同以及围岩岩性的不同,因而在其走向上的不同部位发育不同的金成矿类型,即在压剪构造区发育蚀变糜棱岩型和石英脉型金矿(如康古尔、马头滩、红石等),在张剪构造区发育浅成低温热液型金矿(如石英滩)、与浅成小岩体有关的脉状金矿(如西凤山)等,所有金矿都是由区域大型剪切带控制的同期成矿事件的产物。

4、焦家式金矿成矿新认识

焦家式金矿集中分布于胶东西部的莱州市和招远市的北部,形成东西长60多公里,宽10公里的矿床集中区,构成以玲珑、焦家、三山岛、大尹格庄等为主的金矿田,已形成60多处特大、大、中型矿床。

焦家式金矿是一种断裂破碎蚀变岩型金矿,金矿体是构造破碎带内达到工业要求的蚀变岩体。它确立了大断裂不仅导矿而且贮矿的新理论,为国内金矿新类型,主要有四个比较明显的特点:1、矿床受区域性构造破碎蚀变带控制,金矿多产于破碎带下盘,花岗岩、花岗闪长岩岩体内,岩体与岩体接触带及其附近或岩体与胶东群地层接触带的内带;2、成矿方式以热液交代蚀变、渗透浸染为主;3、矿石由一套矿化千糜岩、碎裂岩、碎斑岩等构造岩组成;4、矿床具有矿体形态简单、品位稳定、规模大的特点。

随着地质勘查程度的不断加大,该区平均勘查深度已接近-500米,地表矿、浅部矿越来越少,金矿找矿难度越来越大,“攻深找盲”成为该区找矿的主要方向。在寺庄矿区新发现的矿床与产于焦家断裂带第一矿化富集带中的浅部金矿床之间有100~250米垂深的无矿间隔,构成第二矿化富集带。通过工作,建立了焦家式金矿新的成矿模式:在伸展构造主断面的岩石受到强烈的伸展剪切应力,产生倾向与伸展滑动方向一致的一系

列伸展断层,构造端为变形均匀的碎粒岩和糜棱岩,形成浸染状蚀变岩型矿石;主断面下,由伸展引起的剪切应力,产生了具共轭剪节理性质的网状裂隙带,形成网脉状矿石。远离主断面,岩体上拱造成的引张作用产生近垂直的裂隙带,形成脉状矿石。

二、江山—绍兴断裂带韧性剪切带的一般特点

江山—绍兴断裂带的东段,北东起自绍兴东堡,经平水至诸暨璜山、桐树林,长近70km内韧性剪切带沿拼贴带延展,宽度膨缩变化较大,自数百米至2~3km,其两侧糜棱岩化岩层宽也在2~3km左右。剪切带总体走向 $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$,呈舒缓波状。韧性剪切带内部按变形递进的程度可划分粗糜棱岩—糜棱岩—千糜岩(超糜棱岩)亚带。各亚带宽窄、排列顺序也有相当变化,各带相互过渡。

剪切带内原岩岩层均剧烈变形,原岩结构构造遭受强烈改造。原岩主要是沿断裂侵入的晋宁期石英闪长岩和中元古界平水组细碧角斑岩系。断裂带南东侧的中元古代陈蔡群黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩也部分卷入。

在整个石英闪长岩、平水组火山岩系内,广泛发育片理化和糜棱岩化,其中主要的有南段的璜山千糜岩带,长5km,宽一般10~20m不等。中段上周坞千糜岩带,北段的中岙糜棱岩带,长也在3~4km,都平行主干剪切带的走向。其他千糜岩带规模悬殊,走向北东、北西或近南北。其中约1/3的千糜岩带发育石英脉,具不同程度Au矿化。

江山—绍兴断裂带内主干剪切带内石英闪长岩体的南东侧,即与陈蔡群拼贴的一侧延展,宽300~400m,膨缩舒缓延展,走向 $45^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 摆动,面理倾向南东。带内以千糜岩为主,部分千糜岩与糜棱岩相互交替组成。

在加里东期,江山—绍兴断裂带的韧性剪切为左行走滑。燕山晚期江—绍断裂带中的石英闪长岩以及韧性剪切带整体以 $15^{\circ}\sim 55^{\circ}$ 低角度向西逆冲到晚侏罗世火山岩之上,产生一组北东走向密集的脆性压扭性断裂,以及相配套的北西和近南北向张性、张扭性断裂,显示逆冲兼有左行滑移。早先的糜棱岩、千糜岩片理发生滑动、横跨同斜褶皱,沿片理的脉体形成石香肠。逆冲的同时伴有大量酸性岩脉贯入,并有石英脉、硅化脉形成。在其上下盘也产出金矿化。该逆冲断裂走向在 $40^{\circ}\sim 50^{\circ}$ 到近南北向之间呈弧形变化构成江绍断裂带西侧的边缘断裂。

三、金矿床(点)主要特点

江山—绍兴断裂带内,已知与韧性剪切带相关的金小型矿床、矿点、矿化点约有68处,有近300条矿脉、矿化脉。其中金储量在1吨以上的有4处,其他探明少量储量的6处,累计已探明在9吨左右。据各矿床矿石类型

的特点,可划分为含金黄铁矿石英脉、含金硅化千糜岩、含金蚀变破碎带三种亚类。

1、含金黄铁矿石英脉亚类金矿

(1) 关于赋矿剪切带

所有金矿床(点)都产在主干糜棱岩带之外,主要是在主干糜棱岩带西侧的石英闪长岩体和平水组海相火山岩中的次级剪切带内。在江山—绍兴断裂带南东缘的主干糜棱岩带内迄今尚未有重大发现。

赋矿剪切带一般宽1~3m,最宽可达20m;长数十米至1公里以上,分布在主干构造带的北西侧。其中平行主构造带(走向40°~60°)者长度较大,倾向南东,缓倾至中等,相当于主剪切面,代表性矿床有璜山,以及上周坞、吾家坞、杨汉坞矿点。走向北西,倾向北东20°~50°,或倾向南西210°~230°者,倾角缓至陡,相当于斜交共轭的剪切面,有庙下畈、新塘矿床。庙下畈矿床处于NE与NW向赋矿剪切带收敛复合地段。第三组为近南北走向,倾向260°~290°,倾角60°~70°,大致相当于张性面,以桐树林矿点为代表。

赋矿剪切带中的千糜岩带经后期脆性变形和蚀变,呈蚀变角砾岩化碎裂岩带或蚀变构造破碎带。

(2) 石英脉的形态

大部分千糜岩带石英脉是无矿的。含金石英脉只是其中一部分。石英脉壁界线清楚、平直或呈折线、楔形,呈现充填成因的形态特点,同时普遍经受碎裂和角砾化。一条矿体往往由几段石英脉构成,石英脉体首尾侧现(中岙、璜山)或有无矿间断(庙下畈),矿体呈断续串珠状。部分矿床含金石英脉延深大于走向长度,与走向滑移的构造性质有关。在张性裂隙中形成的石英脉大都短小,形态多变。单脉体与矿带走向较大交角(如桐树林、柳家坞)。

(3) 含金石英脉的组分特点

一般矿石矿物占矿物总量的5~20%,其中黄铁矿占95~99%,金矿物以自然金、含银自然金、银金矿、金银矿为主,多数矿床出现碲金矿是一特点。自然金成色高,金/银比值1。偶而有毒砂、黝铜矿出现。未见其他砷、锑矿物或硫盐矿物。除一般晶粒结构、交代结构外,碎裂结构都属常见,角砾化构造亦是常见的矿石构造。说明无论是石英脉形成过程,还是硫化物成矿过程,都处在构造脆性变形的脉动条件下。

部分含金黄铁矿石英脉中银、铅、锌含量较高,它们往往在位置上较接近江山—绍兴断裂带西缘燕山期逆冲断层。矿床(点)围岩虽仍为糜棱岩化蚀变石英闪长岩,脉体产在千糜岩带中,但Au/Ag降低<0.5,乃至<0.1,Cu、Pb、Zn含量都>500ppm,推测这些矿点受到燕山期岩浆热液影响。

2、含金硅化千糜岩亚类金矿

以绍兴石其、铸铺岙为代表。其特点是千糜岩经轻

微硅化,金属硫化物是微细浸染状分布,总量含量在5%以内。千糜岩由石英、绢云母组成,石英呈玉髓状微粒结构,粒度一般<0.1mm,沿片理走向排列,具波状消光,常具压碎结构。矿石微细孔隙发育,粘土矿物极小。含金矿物绝大部<0.02mm,呈微细一次显微状嵌布于石英和绢云母间的孔隙中,部分次显微状金与微细黄铁矿有关。矿石矿物组分与石英脉型亚类无大差别,含金硅化千糜岩与未矿化的千糜岩无明显界线或以构造面相隔。蚀变种类也相对简单,即硅化和绢云母化。此亚类可能相当于剪切带金矿化早期演化阶段的产物。但在组分结构、矿石类型方面有较大差别。

3、含金蚀变破碎带亚类金矿床

已知马郛一处,产于江山—绍兴断裂带东侧1km,围岩为陈蔡群下河图组,原岩由斜长片麻岩、斜长角闪岩、透镜状大理岩、石墨石英岩、浅粒岩等组成,形成北东走向的蚀变破碎带。矿化组分,蚀变类型与其他矿床(点)相类似,唯剪切带不很发育,代之以脆性阶段的构造破碎带。

矿床的蚀变分带不十分显著。近矿浅色蚀变带发育在矿体的两侧,与千糜岩相一致,主要以绢云母化、绿泥石化、黄铁矿化为主,含Au丰度可达670ppb。深色蚀变带则发育在浅色带外侧,以绿帘石化、绿泥石化、绢云母化、碳酸盐化为主,蚀变范围较为宽阔,含Au丰度自100ppb逐步降至20ppb。

四、金矿找矿工作建议

江山—绍兴断裂带及其两侧经历了中、新元古代、晋宁期、华力西—印支期、燕山期等多期构造—岩浆活动及变质作用的叠加改造与破坏,相应的成矿作用也非常强烈,矿床和矿化点常呈集中的区、带状分布,形成诸暨枫桥—绍兴平水的铁、铜、金矿集区,诸暨陈蔡地区的金、铅锌、多金属矿集区,龙游灵山的铅锌、多金属及硫矿集区等,因此具有良好的成矿地质背景和找矿远景。针对江山—绍兴断裂带东段的金矿找矿工作,首先需要加大韧性剪切带研究,查明变形构造的活动形式、变形性质及其形成机制和时代,探讨江绍带形成演化的地质构造过程细节、及其控岩控矿特征。其次是重点做好成矿地质条件、主要控矿因素、重要的找矿标志、围岩蚀变空间展布及分布规律等方面的研究。第三是根据已发现璜山、中岙、石其、铸铺岙、马郛等金矿床的成矿规律,结合金矿床、矿(化)点,化探、重砂异常的展布,圈定找矿靶区。值得重视在以下地区开展金矿找矿工作。

1、主断裂带深部的找矿

前面所述,区内的所有金矿床(点)都产在主干糜棱岩带之外,主要是在两侧的石英闪长岩和平水组的海相火山岩中发现有金的矿床点,在其南东侧的主干断裂带中迄今尚未有重大发现,这需要认真研究。胶东地区的

低丘缓坡综合开发利用的问题与对策

——以丽水为例

郭 戩

一、丽水市低丘缓坡综合开发的主要问题分析

2006年以来,为加强低丘缓坡综合开发利用工作,缓解土地供需紧张矛盾,实现耕地占补平衡,浙江省政府和省林业厅、国土资源厅、农业厅等省级有关部门连续出台了关于推进低丘缓坡综合开发利用工作的政策措施,进一步明确了低丘缓坡综合开发的目标思路。丽水市推进低丘缓坡开发利用工作也取得了一定的成效,但低丘缓坡的综合开发仍面临诸多的问题和制约。

1、对低丘缓坡资源情况掌握不足。丽水市林业部门新一轮的地类调查尚未完成,现在地类数据基础来源于1992年丽水地区农业资源调查,时隔15年之久,低丘缓坡开发利用的面积,类别都变化较大。目前各部门对可开发利用的低丘缓坡资源的掌握仍然不够到位,没有比较全面的低丘缓坡资源的数量与分布数据,而后续的土地适应性评价,对低丘缓坡资源进行不同的利用途

径和开发方向确认的工作量也仍然非常繁重。

2、存在林地的政策法规限制因素。《森林法实施条例》规定“林地包括郁闭度0.2以上的乔木林地以及竹林地、灌木林地、疏林地、采伐迹地、火烧迹地、未成林造林地、苗圃地和县级以上人民政府规划的宜林地”,明令禁止毁林开垦。而我省丽水市低丘缓坡有80%属于林地,绝大部分已发林权证且已承包给农户。其中宜开发为耕地的低丘缓坡综合利用开发时,必然涉及山林权属调整、提前终止承包合同带来的政策补偿等问题,由于土地开发过程中形成的巨大利益差异,使农民在低丘缓坡开发过程中积极性不高,给低丘缓坡综合利用带来一定难度。

3、用地指标协调困难。《森林法》和《土地管理法》对林地和耕地都制定了严格的保护措施,低丘缓坡的开发既要保证林地数量不减少,又要增加耕地面积,保证基本农田的数量,而且还要有新的建设用地增加,这个在指标协调上很有难度。低丘缓坡的管理和开发利用计划分别由林业、国土、建设等部门分别制定,

找金成果已经证实,在主干断裂的深部已经寻找到中大型金矿床,这足以引起我们的高度重视。

2、已知矿床的深部找矿

在区内的已知矿床中,现勘查的深度大部分在300—500米以内,更深的控制钻孔也很少,深部有不可能发现新的矿体、扩大储量,一直是人们十分关注的问题,不同类型金矿石水平分带还是垂直分带也是广大地学工作者研究的课题。卢焕章等认为焦家矿床的矿化位于脆性剪切带中,在浅部(上部);玲珑西山的含金石英脉矿化位于脆—韧性剪切带中,即在中部;而产在韧性剪切带中的矿床(如产在破山青剪切带中的矿体)则位于深部。最近据宋明春的研究又有不同的看法。不

管怎样在胶东地区的深部出现第二矿化富集带,而且是特大型金矿已是不争的事实。在江山—绍兴断裂带的北东段已知金矿床的深部如何,还需要进一步验证。以往的工作表明,在璜山金矿、庙下畈金矿的深部有一定的矿化信息显示,值得进一步验证。

3、第四系覆盖区找矿

区内大部分地区被第四系所覆盖,这些区域很少做过普查评价工作。从地表推断构造和地质特征,再结合旁侧基岩区地质矿产和物化探资料分析,推断某些地段的成矿地质条件还是不错的,估计有一定的资源潜力,可选择一定的区段进行探索。如璜山—庙下畈、璜山—中塘坞、西山—马郢等区域值得进一步探索。