冀东金厂峪金矿深部与外围找矿预测

牛树银[1)]，陈华山[2)]，孙爱群[1)]，王强[3)]，刘仓平[3)]，王宝德[2)]
1)石家庄经济学院，石家庄，050031;2）河北省地质矿产勘查开发局，石家庄市，050081；
3)秦皇岛矿产水文工程地质大队，河北秦皇岛，066001

金厂峪金矿位于冀东幔枝构造轴部北北东向韧脆性剪切带与东西向韧性剪切带的交汇部位，是冀东地区大型金矿之一。近年来，危机矿山接替资源项目通过深入分析控矿构造，大幅度增加了矿山黄金储量，特别是Ⅴ号石英脉型矿体位于金厂峪剪切带的东部边缘，且矿脉的延长和延深都有很好的连续性。那么，深部和外围还有没有找矿潜力，本文以幔枝构造为视角，通过成矿作用分析和矿田构造解剖，为其深部和西部外围提出了新的找矿靶区。

1 矿床地质特征

区内赋矿地层为太古宇八道河群王厂组。主要区域变质岩为斜长角闪岩、斜长角闪片麻岩和变粒岩。局部地段发育有较为强烈的混合岩化,北北东向韧性剪切带发生了强烈的糜棱岩化，发生明显的退变质作用，并成为主要的储矿构造（张秋生等，1991；章百明等，1996）。

燕山期幔枝构造强烈活动，使东西向韧性剪切带重新活动，与北北东向韧脆性剪切复合处往往控制着燕山期的岩浆侵入，如青山口花岗闪长岩和贾家山花岗岩岩体，还发育有众多中基性、酸性岩脉。

金厂峪金矿区展布在黑石峪-桑家峪韧脆性剪切带中，矿区可划分为三个矿段，北部为黑石峪矿段，长 1700m；中部为金厂峪矿段，长 1500m；南部为桑家峪矿段，长 3000m；三个矿段全长达 6200m，宽 200～960m，出露面积 5km^2。矿体产于走向为 25°的糜棱岩带中，矿带长近 6000m，宽约 1000m。受构造影响，矿体形态复杂多样，总体为首尾相连构成矿体群。矿化由深部裂隙系统向韧脆性剪切带贯入交代，在成矿期构造与成矿前构造叠加部位、两组裂隙交叉处往往形成富矿体。蚀变矿物绢云母 K-Ar 年龄为 169.8Ma。

以金厂峪矿段为例，其围岩主要是糜陵岩化斜长角闪岩，走向北东，倾向北西，倾角在 40°～80°，由西向东分为 6 个矿带，17 个矿体。受断裂控制，矿体产出形态多为脉状、不规则状、扁豆状等。脉体宽度与矿化强度呈正比。矿体一般长 50～150m，最长 890m；厚度 1～6m，最厚达 40 余米。品位 2～15×10^{-6}。水平方向由矿脉到围岩蚀变分带依次为：含金石英脉→绢云母化糜棱岩带→绿泥石绢云母化糜梭岩带→绿泥石化糜棱岩带→斜长角闪岩(变质原岩)。

金的成矿作用可分成四个矿化阶段，即早期次生石英岩脉阶段(Ⅰ)，中期钠长石英复脉阶段(Ⅱ)和石英大脉阶段(Ⅲ)，晚期石英碳酸盐脉阶段(Ⅳ)。第Ⅱ矿化阶段形成的钠长石英复脉，分布广，大部分达到工业品位，尤其以矿脉密集、品位较高为特征。

2 成矿物质来源探讨

除区域构造论证以外，地球化学数据仍是探讨成矿物质来源的重要手段。大量同位素数据分析表明，成矿物质主要来自地球深部。

2.1 硫同位素特征

据金厂峪金矿及冀东地区不同金矿 130 个样品统计，矿石硫同位素组成均以较低的负值为主，与青山口花岗岩的 $\delta^{34}S$ (-0.65‰)相近，以深源硫为特征。其中石英脉硫同位素 $\delta^{34}S$= - 2.806‰(99 个样品均值)，分布区间为-6.3‰～+3.0 ‰，石英钠长石脉中硫化物的 $\delta^{34}S$ 1.029‰（8 个样品均值)。

2.2 铅同位素特征

金厂峪金矿矿石铅同位素组成非常集中，$^{206}Pb/^{204}Pb$ 为 15.461～16.057，平均值 15.875；$^{207}Pb/^{204}Pb$ 为 15.129～15.312，平均值 15.234；$^{208}Pb/^{204}Pb$ 为 35.248～36.946，平均值 35.772。矿区

Email: niusy@sjzue.edu.cn

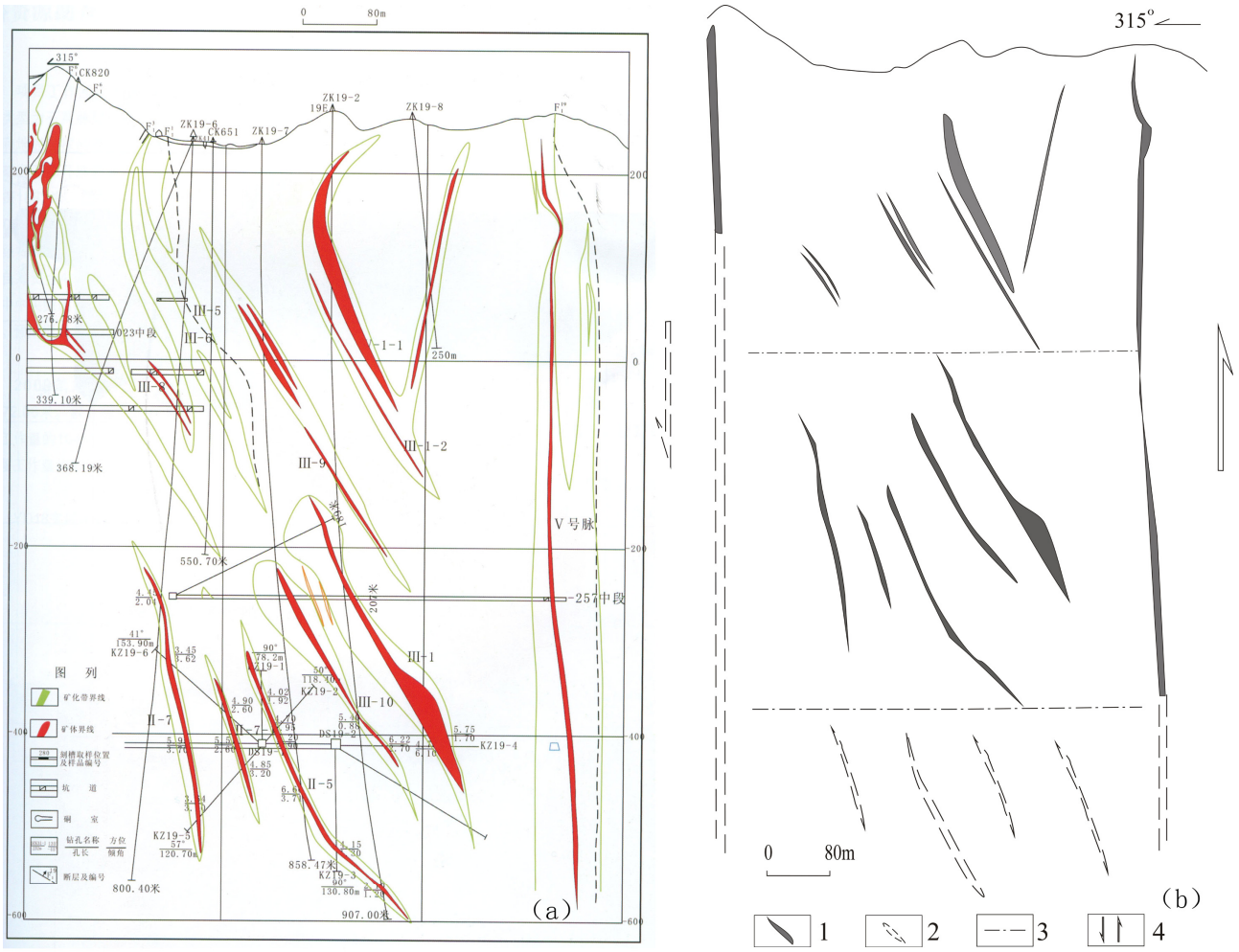

图1 金厂峪金矿第19勘探线剖面图（A）和成矿构造分析预测图（B）

1-已查明金矿矿体；2-预测金矿矿体；3-金矿脉密集区之间的贫化带；4-韧性剪切带之边界力偶

西侧青山口花岗岩体铅同位素 $^{206}Pb/^{204}Pb$ 为 15.882，$^{207}Pb/^{204}Pb$ 为 15.147，$^{208}Pb/^{204}Pb$ 为 35.722。矿石的铅同位素平均值与青山口花岗岩非常接近。表明本矿区成矿物质应源自于与燕山期青山口花岗岩体有关的岩浆活动，表明矿区铅源(包括成矿物质)以深源为主（王宝德等，2002）。

2.3 氢氧碳同位素组成

金厂峪金矿氢、氧、碳同位素表明：①矿区内石英包裹体的氧同位素 $\delta^{18}O$ 为 11.05‰～13.33‰，极差 2.18‰，平均值 12.27‰，分布范围很窄，表明氧同位素达到了高度均一化的程度。②δD 值为 -65.7‰～-94.5‰，极差为 28.8‰，平均值为 -82.02‰。表明含矿溶液中水的来源应以岩浆水为主的混合水。③石英中的 $\delta^{13}C$ 为-2.27～-8.44‰，极差 6.17.‰，平均为-4.84‰ 。将上述 $\delta^{18}O$ 和 δD 值投入 δD—$\delta^{18}O$ 坐标图上。投影点落于原生岩浆水的左下方，表明矿区的成矿流体具有以岩浆水为主并混入少量大气降水的混合水的特点。

3 地质找矿新进展

近年来，在中国地质调查局危机矿山接替资源项目的支持下，金厂峪金矿找矿取得了新的进展。勘查工作主要部署在金厂峪金矿区Ⅱ、Ⅲ、Ⅴ号脉。Ⅱ、Ⅲ号脉在前期控制的基础上，在-417 中段 17-41 线间进一步布置坑探和钻探工程，加大了控制范围。Ⅴ号脉在-257m 中段和-417m 等中段布置坑探工程和坑内钻探工程，对深部进行控制。完成主要实物工作量：坑探 7313m，坑内钻探 12790m，地表钻探 530m，槽探 3000m^3，预期提交 333 金资源量(金属量)近 30 吨[①]。

特别是Ⅴ号脉带勘查工作取得了突破性进展，

① 据全国危机矿山接替资源找矿专项成果资料和了解资料，有一定修改。

矿脉延长范围大于 1500 m，宽 1 7～72 m，脉带延深也已超过千米以上。脉带受韧脆性剪切带南东部边界断裂的控制，倾向 NW，倾角 80°至直立。目前勘查工程(钻探)已控制到-700 m 标高，V 号脉矿体平均厚度 2.67 m，平均品位 3.68×10^{-6}， V 号脉带累计新增 333 资源量金金属量 18. 48 吨。整个矿区累计共增（333）资源量金金属量 26. 47 吨（图 1A），展示了很好的找矿前景。

4 成矿作用与成矿预测

燕山运动以来，华北东部地区经历了复杂幔壳演化，金银等成矿物质主要来自地球深部，抑或核幔边界，通过地幔热柱多级演化迁移至地壳浅部有利构造扩容带中成矿（宋扬等，2011；牛树银, 2001，2010；Maruyama，et al,1994）。

4.1 成矿作用分析

控矿构造类型有不同的认识，一种是褶皱为主要控矿构造；一种是以韧性剪切带-断裂构造为主要控矿构造，早期褶皱只是起到构造薄弱带、被成矿期构造所利用和改造的作用。

早期褶皱可以分为四期，其中起主导作用的为东西向大型复式褶皱，另一期为北北东向褶皱。而燕山期脆韧性-韧脆性剪切带则是叠加在早期褶皱上的韧脆性剪切带。如金厂峪脆韧性-韧脆性剪切带就是叠加在北北东向褶皱之上的糜陵岩-裂隙构造带，包括北部的黑石峪矿段，中部的金厂峪矿段和南部的桑家峪矿段，全长可达 6200m，宽度在 200～1000m 之间，带内则有强应变带和弱应变域相间排列的特征，为成矿流体的贯入和集聚沉淀提供了很好的成矿扩容空间，构成相间排列含金矿脉。特别是近几年勘探的Ⅴ号矿脉，走向延长上千米，宽度和品位均很稳定，应该是压扭性韧脆性剪切带所开辟的构造空间，被含矿流体所贯入。甚至可能包括含矿流体巨大的液压致裂作用，使断裂的贯通性沿走向和倾向都很稳定。

4.2 深部与外围预测

从垂向上看，200m～-200m 区段为矿脉密集区，-200m～-600m 区段为另一矿脉密集区（图 1A），两者结合部位，即-150m～-250m 的区间段是两个矿脉密集区段的过渡带，相当于人们常说的豆荚状矿脉豆粒间的过渡（相对贫化）带。很显然，按照此规律推测，有无第三个矿脉密集区呢？或者说按此规律，-550m～-650m 区间应该是相对贫化段，也即第二个与第三个豆粒之间的过渡部位，那么，650m～-1000m 区间是否为第三个矿脉密集带呢？！甚至，其下部尚有第四个矿脉密集区，对比国土资源部深部找矿的深度要求，这正是深部找矿的有利区间，山东胶东地区、河南小秦岭地区的找矿经验也表明-500m～-1500m 区间仍然是很有利的找矿空间。

横向上（外围），金厂峪金矿韧性剪切带的北西部边界应该注意找寻与Ⅴ号矿脉相类似的石英脉型矿体，从图 1B 成矿构造分析预测图可见，如果把 200m～-200m 区段、-200m～-600m 区段、-600m～-1000m 区间等三个矿脉密集群看做一个剪切带的话，现在已经勘查的Ⅴ号矿脉就相当于韧脆性剪切带的南东部边界剪切面，该剪切面被成矿流体所贯入，成为长大于 6000m，延深大于 1000m，且基本连续的石英脉型矿体。从受力分析来看，在韧脆性剪切带的北西侧，还应该有另一个韧性剪切带的边界，也即有可能存在着相当于南东侧Ⅴ矿脉的另一个延长稳定（长 6000m）延深较大（1000m）石英脉型矿体，这个可能性应该是相当大的。

这个推断也可从图 1A 的左上部剖面看出一点端倪，请注意在 0m～300m 处圈定了垂向的矿体，矿体被连接成褶皱形态，这里可能包括连矿工程师的主观分析和观点，也有可能就是垂向的矿脉，相当于剪切带南东侧Ⅴ矿脉之上部。还有另一种可能，就是勘探线剖面尚未画到金厂峪韧性剪切带的北西部边界，果真如此的话，勘查的注意力就应该关注北西边界剪切带。

这种找矿预测一旦被证实，那么，其远景储量将会翻番，金厂峪金矿会一跃而成为超大型金矿。

5 结语

成矿作用受着温度、压力、氧化-还原障、构造等诸多因素的制约。但是，在众多因素中，断裂构造是主导因素，它不仅沟通了深部成矿流体的迁移途径，更是重要的成矿储矿空间。

当然，好的矿床（体）一定有好的成矿储矿构造，但是，有好的储矿构造不一定就形成好的矿床（体），因此，一般的成矿作用比较容易探讨，而深部和外围成矿预测就要刺刀见红，对进一步找矿勘探也有重要的指导作用，但愿本文的深部和外围找矿预测能起到抛砖引玉的作用，期望引起勘探专家的重视。