冀西石湖金矿成矿地质特征*

牛树银[1],陈超[1],孙爱群[1],王宝德[1],马宝军[1],姜晓平[2],赵永利[2],高银仓[2]
1. 石家庄经济学院资源学院,河北 石家庄 050031;
2. 石家庄综合地质大队,河北 石家庄 050081;

摘 要:以幔枝构造成矿理论为指导,根据石湖金矿的地质特征、成矿物质来源、矿石品位变化、成矿控矿构造分析,指出石湖金矿区深部及外围均具较大找矿潜力。

关键词:幔枝构造;成矿作用;控矿构造;找矿预测;地质特征;冀西;石湖金矿
中图分类号: P618. 51 **文献标识码**: A **文章编号**: 1005-2518(2008)06-0001-05

近年来,冀西太行山中段,特别是石湖地区,金银矿地质找矿工作进展很快,石湖金矿深部采矿也具有明显的正变,金的品位明显变富,矿脉的宽度也有所加厚,引起地质学家的广泛重视。目前,对其成矿作用、控矿构造、深部找矿潜力众说纷纭[1~5]。

通过对区域构造分析、控矿构造解析、成矿物质来源研究、找矿潜力探讨等,认为成矿物质主要来自深源,不同级别的断裂构造是主导控矿因素,石湖金矿属受断裂控制的硅化断裂蚀变岩型金矿,深部和外围仍有很大的找矿潜力。

1 区域成矿地质背景

该区位于太行山隆起中段阜平幔枝构造的轴部,燕山期麻棚岩体东侧。

1.1 区域地质特征

区内出露地层主要为中太古界阜平群的变质岩系,可分为上、下两个亚群。上亚群主要岩石类型为浅粒岩、大理岩和斜长角闪岩;下亚群主要岩石类型为各种片麻岩,其次为二辉麻粒岩、斜长角闪岩和大理岩,夹有少量变粒岩和磁铁石英岩。原岩主要为陆源碎屑岩夹镁质碳酸盐,变质程度为高角闪岩相。

岩浆活动则以燕山期侵入岩为主,区内较大的侵入岩体为麻棚岩株,出露呈鞋底状,NE向长 13km,NW向宽 5km,面积约 65km^2。

岩体形态上呈近同心环状,由外至内分别为:细粒辉石角闪闪长岩、(石英闪长)石英二长闪长岩、石英二长岩、二长花岗岩、斑状二长花岗岩。石家庄综合地质大队将其分别命名为大东沟、北庄、前斗岭、观音堂、后斗岭 5个脉动单元,一起构成麻棚岩浆演化序列。不同单元之间为脉动式侵入关系,总体演化趋势上,从外到内侵位时代由早到晚 (151~119Ma),岩性由中基性到中酸性,岩石的颜色由深灰→灰色→浅灰→灰白→褐红色,岩石的结构由细粒结构→中细粒结构→中粗粒结构→花岗结构→似斑状结构过渡。辉石、角闪石等暗色矿物含量减少,石英、钾长石等浅色矿物含量逐渐增多,反映出岩体从中基性向酸性的同源岩浆演化序列 (图 1)。

此外,在麻棚岩体的外围发育有大量燕山晚期的脉岩。从展布特征上看,在岩体的北西侧主要为 NW向和 NE向岩脉;在岩体的南侧,则主要为近 SN向岩脉。岩脉的主要岩石类型为石英斑岩、花岗斑岩、花岗闪长斑岩、石英二长斑岩、闪长玢岩、辉绿岩等。

1.2 矿床地质特征

石湖金矿位于麻棚岩体的东侧,是太行山中段重要的金矿资源基地,属岩体外围硅化断裂蚀变岩型矿床。矿区内已经发现 50余条含矿断裂蚀变岩带,现开采的 101、116两条矿脉勘探黄金储量为 22.28t,在矿山开采过程中还有较大的正变,加之深部探矿,黄金储量增至 30余吨,展示了很好的找矿前景。

矿区内赋矿围岩主要为太古宙阜平群团泊口组、南营组片麻岩系。总体而言,其下部主要为斜长角闪岩和黑云斜长片麻岩;中部为钾长浅粒岩夹含矽线石石英球粒集合体的钾长浅粒岩;上部为斜长角闪岩、大理岩等。区内区域变质作用及混合岩化作用强烈。

* **收稿日期**: 2008-07-01;**修订日期**: 2008-08-07.
基金项目:河北省自然科学基金项目 (编号: D2007000751、D2008000534)与河北省国土资源厅资源勘查项目 (编号: 2006122)联合资助.
作者简介:牛树银 (1952-),男,教授,主要从事构造地质学与构造成矿的教学与科研工作.

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

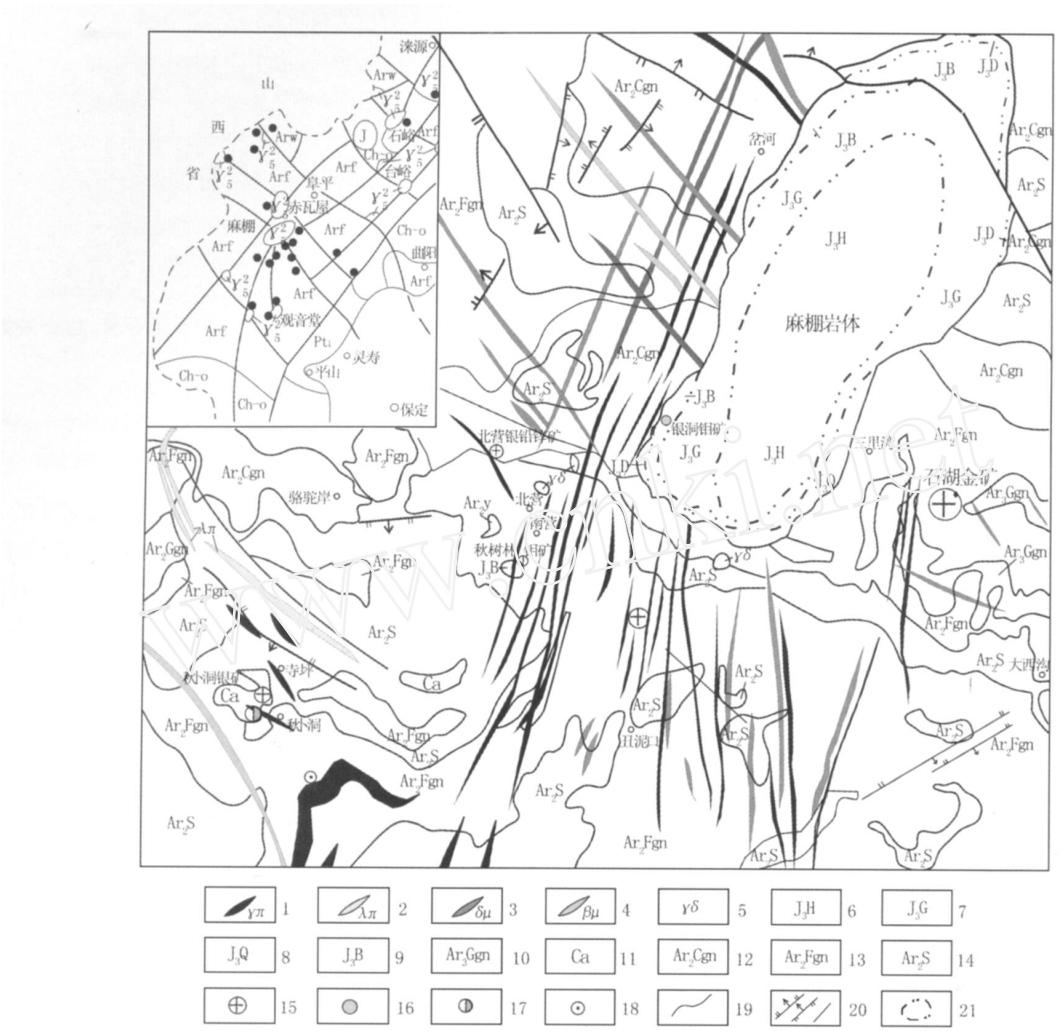

图 1 石湖地区地质简图

1. 花岗斑岩; 2. 石英斑岩; 3. 闪长玢岩; 4. 辉绿岩; 5. 花岗闪长岩; 6. 麻棚序列:后斗岭单元:斑状二长花岗岩; 7. 观音堂单元:二长花岗岩; 8. 前斗岭单元:中细粒石英二长岩; 9. 北庄单元:中细粒石英 (二长)闪长岩; 10. 岗南片麻岩:含磁铁矿斜长钾长浅粒岩; 11. 车见沟基性岩墙:斜长角闪岩; 12. 蔡树庄片麻岩:条带状黑云二长片麻岩; 13. 坊里片麻岩:条带状、肠状 (角闪)黑云斜长片麻岩; 14. 宋家口岩组:白云石大理岩、钾长 (二长)浅粒岩、黑云钾长 (二长)片麻岩、含矽线石曲球浅粒岩; 15. 金矿; 16. 钼矿; 17. 铅锌矿; 18. 铁矿; 19. 一般地质界线; 20. 正、逆断层、性质不明断层; 21. 脉动侵入界线

岩体为西北部的燕山期麻棚岩体,此外,尚有较多近 SN 展布的燕山晚期脉岩。

矿区地质构造复杂,早期新太古界变质岩系以强烈褶皱及韧性剪切变形带为主,石湖背斜轴向 NWW,延长 30km,成为构造薄弱面,往往被后期构造所利用和改造。晚期燕山期以断裂构造活动为主,它们往往构成主要的成矿控矿构造。在石湖矿区,特别是 NNE、NE向断裂带又有燕山晚期脉岩叠加的复合性断裂部位,大多结构面呈舒缓波状,陡斜 (60～90°),延深稳定,是该区主要成矿控矿构造。

(1)矿体形态特征与规模。石湖金矿田目前已发现的 50余条矿化断裂蚀变带中,已有工程控制和已经开采的为 101、102、115、116等矿脉,矿脉走向大多近 SN,走向多为 340～20°,倾向西或东,倾角 65～90°。矿体长度一般几百米至上千米,最长 3 200m,目前开采最大延深可达 420m。矿体平均厚度 0. 452～2. 04m,Au的品位大多为 3. 52 ×10^{-6}～27. 9 ×10^{-6}。矿体呈脉状、薄板状、透镜状,具分支复合、尖灭再现的特点。

(2)矿化阶段。根据不同矿脉之间的穿插关系、复合脉分析、矿物组合分析、包体测温等室内、外资料分析研究,将本矿区矿化作用分为高—中温乳白色石

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

英形成阶段、中温黄铁矿化灰白色石英脉阶段、中—低温石英—多金属硫化物烟灰色石英成矿阶段、低温碳酸盐阶段 4个矿化阶段。其中第三阶段为主要成矿期。

1.3　成矿物质来源探讨

成矿元素本身的特性对其赋存状态和迁移形式具有非常重要的意义。例如铁、镍等元素,不仅比重较大,而且熔点和沸点高,所以成为地核的主要元素。铜、铅、锌、金、银等元素,尽管其比重也较大,但其熔点和沸点较低,容易进入迁移状态[6~10]。以金为例,依据金的非专属性、金的特性及新构造出的金的原子结构模型,推测 95%以上的金都集中在地核之中,金以紫色气体状态混合于铁、镍之间,在强烈的外核对流及核幔差异旋转过程中,大量的金蒸气聚集在核幔界面附近。一旦天文因素激发或地内因素扰动,地核物质便可穿越核幔界面,并以地幔热柱的形式向地表喷溢,金蒸气亦必然作为地幔热柱的组成成分呈反重力作用一起向上运移。当金蒸气到达地幔软流圈时,一部分金蒸气变成液态,形成气—液混合相,与地幔中的甲烷类物质(CH_4)一起,随地幔热柱多级演化继续向上运移。

这种气—液混合相金在遇到幔源深断裂,与岩浆一起上涌时,部分气—液混合相金与岩浆一起进行分异作用。在分异过程中,液态金在地表淡水作用下,可直接变成固态金;而在地表咸水(海水)作用下,往往以络合物的形式迁移,直到有淡水或细菌(生物)等因素作用时,才开始聚集成固态金。

2　构造成矿控矿特征

理论研究的进展,必然要指导找矿实践的调整。很显然,如果金等成矿物质以深源为主,以围岩萃取为辅,那么,能否成矿,抑或能否形成大型矿床,甚至大、中型矿床连片分布的先决及必要条件应是:有充分的深部矿质供给、有很好的上升迁移通道、又具有利的成矿储矿空间。只要上述条件具备,其成矿远景、找矿潜力就会非常巨大。

石湖地区金银矿的形成与燕山期岩浆活动密切相关,岩浆岩的侵入不仅打通了深部成矿物质迁移通道,而且形成了一系列构造裂隙,为岩浆期后的含矿流体活动提供了储集场所。本区金矿化与燕山期麻棚岩体关系十分密切,依据岩体全岩铷、锶等时线年龄,岩体的侵入时代确定为 135±8.8～116±2.6Ma。在岩体外围形成了一系列构造裂隙,构造裂隙往往被晚期岩脉充填。岩脉与围岩间的岩性强度差异形成构造薄弱地带,加之晚期构造活动出现的构造扩容作用,为深部流体的贯入与沉淀成矿提供了条件。这种认识也得到了硫、铅、氢、氧等同位素测试数据的支持[11]。

石湖金矿总体属岩浆期后热液石英脉—断裂构造蚀变岩型矿床,矿体明显受断裂构造控制。

2.1　矿区构造地质特征

该区褶皱、断裂构造均较为发育。褶皱构造可划分为 5个期次:第一期褶皱构造以流变(柔流)褶皱为主;第二期褶皱为区域性大型平卧褶皱;第三期褶皱为共轴叠加褶皱;第四期褶皱为近 EW向的挤压力使第三期褶皱的轴面发生左右摆动的蛇状弯曲;第五期褶皱主要为垂向隆起,是阜平幔枝构造上隆的表现形式。构造形态表现出轴部强烈上升,而外围大幅度向外拆离滑脱,逐渐形成了幔枝构造的雏形,为成矿奠定了基础(图 2)。

断裂构造以燕山期断裂构造表现最为明显,它们利用和改造了原有构造,以 NE、NW、及近 SN向断裂为主,同时,它们又是重要的导矿和储矿构造。

2.2　构造控矿特征

由于石湖金矿区矿脉的空间展布严格受断裂构造的影响和控制,因此,详细解剖矿田构造、明确矿脉的空间展布,方可较准确地总结成矿规律,进而较准确地开展成矿预测。

石湖地区具备了很好的成矿地质条件。

(1)石湖地区位于阜平幔枝构造核部,从区域构造来讲,该区 NNE向断裂与 NW向断裂的交叉符合,往往控制着燕山期的岩浆岩侵入,如该区的麻棚岩体,以及区外的赤瓦屋岩体、司各庄岩体、王安镇岩体等。强烈的构造活动以及岩浆侵入活动,不仅沟通了深部成矿物质来源,而且形成了相当发育的断裂构造体系,成为很好的成矿控矿构造(图 1)。

(2)由于麻棚岩体的强力侵入,在岩体的外围形成了一系列放射状构造裂隙,特别是在岩体的西侧、南侧和东侧,裂隙相当发育。这些裂隙多被岩浆活动后期的中基性—中酸性脉岩所充填,而脉岩与围岩之间存在的岩性差及其之间的裂隙往往成为成矿流体的迁移通道和储集场所。特别是在构造活动中被构造改造和构造破碎的脉岩更是相当好的成矿储矿构造。

(3)明显的化探异常中心。在麻棚地区,凡是断裂较为发育的部位,特别是硅化、硫化较发育的地区均有很明显的地球化学异常,如石湖、西石门、北营西沟、丑泥口、杨家庄、秋卜洞等地区,有的还是 Au、Ag、

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

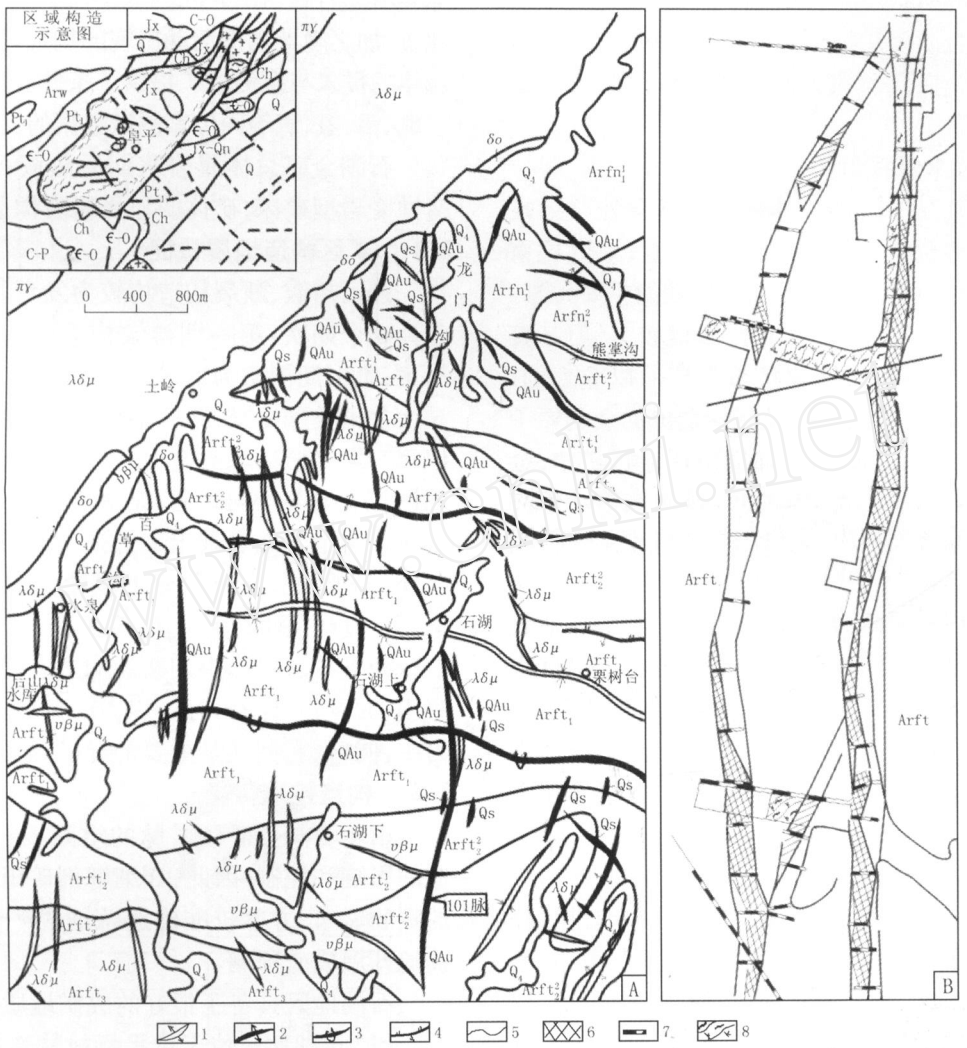

图2 石湖矿区地质构造简图(A)与101脉440中段矿体投影(B)

Q_4-第四系;J-K-侏罗—白垩系;€-O-寒武—奥陶系;Qn-青白口系;Jx-蓟县系;Ch-长城系;Pt_1-甘陶河群;Arw-五台群;$Arfn_1^2$-黑云斜长片麻岩;$Arfn_1^1$-黑云斜长片麻岩夹斜长角闪岩;$Arft_3$-黑云斜长片麻岩,顶部为大理岩、黑云斜长片麻岩;$Arft_2^2$-黑云斜长片麻岩夹斜长角闪岩;$Arft_2^1$-黑云斜长片麻岩夹钾长浅粒岩;$Arft_1$-黑云斜长片麻岩;$\pi\gamma$-斑状花岗岩;$\gamma\beta$-花岗闪长岩;δo-石英闪长岩;$\lambda\delta\mu$-石英闪长玢岩;$\upsilon\delta\mu$-辉长辉绿岩;Qs-石英脉蚀变破碎带;QAu-含金石英脉;1. 向斜;2. 背斜;3. 倒转背斜;4. 逆冲推覆断层;5. 地质界线;6. 矿体;7. 刻槽取样;8. 矿体围岩

Pb、Zn、Cu、As、Hg等元素的组合异常,异常多与构造裂隙带和强烈的硅化、硫化范围具有明显的一致性,是矿化异常的突出表现。

3 成矿作用与找矿预测

很显然,从金的成矿作用分析,如果要形成大型金矿,甚至大、中型矿山连片分布,则必须有深大断裂沟通深部矿源,才能形成大型成矿集中区,因此,很多学者非常重视构造对成矿控矿的分析[12,13]。

3.1 成矿作用分析

(1)在脆韧性或韧脆性剪切带和断裂构造体系中,断层角砾发育地段,特别是断层角砾有黄铁矿等多金属硫化物胶结的情况时,一般指示矿化变富,甚至会有特高品位矿段出现。

(2)含矿断裂带内产状变化部位,不同方向、级别断裂的交汇处,断裂带与早期韧性剪切带交汇处,往往是金矿富集地段。

(3)矿区浅部矿脉围岩蚀变不太强烈,但往深部蚀变有变宽的趋势,尤其是硅化、绢英岩化、黄铁矿化强烈的区段,一般指示工业矿体往下有变富的趋势。

(4)金矿物的成色越高,说明成矿时温度越高[13]、矿体所处部位越深。本区金的成色中上等,说

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

明现采矿部位应该处于矿体中偏上部,深部尚有较大的找矿潜力。

(5)由元素的共生组合规律表明,As、Sb、Ag、Cu、Pb、Zn等元素含量与金的矿化程度和规模成正比,即矿脉中含 As、Sb、Ag、Cu、Pb、Zn矿物增多时,金的品位也会变富。

3.2　采矿纵深变化

根据上述找矿标志和成矿规律分析,对矿区 101号矿脉深部进行找矿预测。101号脉从 600m至 180m,共 11个中段。多数样品品位富集程度不一,大多在 2.5×10^{-6}～40×10^{-6}之间,个别品位最高可达到 87.6×10^{-6},中段平均品位最高可达 11.99g/t (220m中段) (图 3)。就总体变化趋势来看,由浅部向深部有明显变富的趋势。

需要说明的是 180m中段现在为初期开采,所取样品数量有限,故在图中平均品位值暂时位于趋势线下方,而从已经开采的矿石品位来看,其品位大多比以上中段都高,预测其平均品位可能要高于 220m中段。

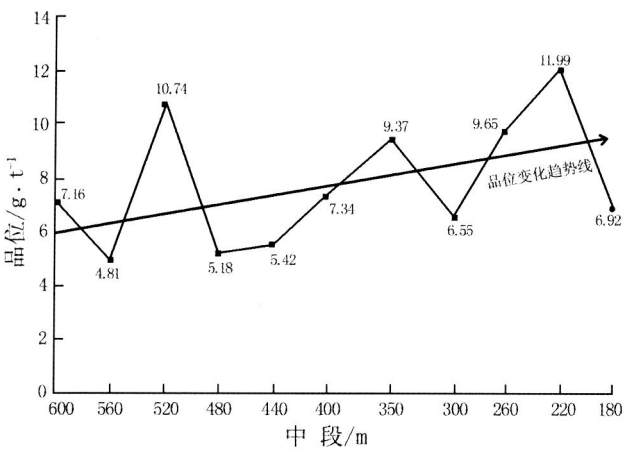

图 3　石湖 101号矿脉纵深各中段 Au的品位变化趋势

3.3　找矿方向

很显然,麻棚地区金的成矿作用明显受着构造裂隙的控制,而这种成因的构造裂隙不会孤立存在,应该多是成组出现,不要说麻棚地区,仅麻棚岩体东侧石湖金矿区,就已经发现 50余条硅化石英—断裂蚀变岩型矿化带,而石湖矿区的 101、116号矿脉勘探提交黄金储量 22.28t,加上储量正变及深部增储,2条矿脉金储量已达 30t。从成矿预测来看,101、116号矿脉现开采深度应为矿体中部,深部仍有较大的找矿潜力。此外,同组的其它矿脉与其具有相同的演化特征和构造性质,在成矿控矿特征上亦应有一定的可比性。因此,石湖金矿区的深部和外围找矿潜力仍然很大,应加大研究力度,特别是加强矿田构造解剖,指导深部和外围找矿。

当然,麻棚岩体的南侧和北西侧外围,特别是麻棚岩体侵位期后的脉岩展布区应该注意找寻相同或相近类型的金、银矿产,据现已掌握的情况,麻棚岩体北西侧相对剥蚀较浅,应该注意在北营西沟、丑泥口、杨家庄、秋卜洞等构造发育且区域地球化学组合异常明显的地区找寻银金矿,特别应注意深部地质找矿。

参考文献

[1] 牛树银,孙爱群,邵振国,等. 地幔热柱多级演化及其成矿作用[M]. 北京:地震出版社, 2001: 41-175.

[2] 张宝林,蔡新平,王杰,等. 晋冀蒙交界地区隐伏新类型金矿的找矿前景——以堡子湾、九对沟、水晶屯金矿为例[J]. 黄金科学技术, 2004, 12(2): 5-11.

[3] 韩进朝. 石湖金矿 116号脉找矿前景分析[J]. 黄金, 2002, 23(10): 9-11.

[4] 张亚雄,陈松岭,彭省临,等. 河北灵寿县土岭—石湖金矿田控矿构造研究[J]. 大地构造与成矿学, 1996, 20(1): 71-80.

[5] 刘荣访. 河北省灵寿县石湖金矿的构造地球化学特征[J]. 北京地质, 2001, 13(4): 13-19.

[6] 陈毓川,毛景文,骆耀南,等. 四川大水沟碲(金)矿床地质和地球化学[M]. 北京:原子能出版社, 1996: 1-146.

[7] 毛景文,王志良. 中国东部大规模成矿时限及其动力学背景的初步探讨[J]. 矿床地质, 2000, 19(4): 289-296.

[8] Niu Shuyin, Hou Quanlin, Hou Zengqian, *et al* Cascaded Evolution of Mantle Plumes and Metallogensis of Core and Mantle-derived Elements[J]. Acta Geolgica Sinica, 2003, 77(4): 522-536.

[9] Maruyama S Plume Tectonics[J]. Jour Geol Soc Japan, 1994, 100(1): 24-49.

[10] 霍明远. 金的结构模型与地质找矿[C]/涂光炽,霍明远. 金的经济地质学. 北京:科学出版社, 1991: 1-361.

[11] 牛树银,李红阳,孙爱群,等. 幔枝构造理论与找矿实践[M]. 北京:地震出版社, 2002: 1-243.

[12] 赵国荣,张新勇,张志臣. 河北王林口金矿地质特征与控矿机制分析[J]. 黄金科学技术, 2006, 14(2): 36-38.

[13] 肖拥军,陈广浩. 湘东北大洞—万古地区金矿构造成矿定位机制的初步研究[J]. 大地构造与成矿学, 2004, 28(1): 38-44.

(下转第 21页)

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

[13] 谢和平. 分形—岩石力学导论 [M]. 北京: 科学出版社, 1996: 11-15.
[14] 韩东昱,龚庆杰,向运川. 区域化探数据处理的几种分形方法 [J]. 地质通报, 2004, 23(7): 714-719.
[15] DENG Jun, WANG Qingfei, WAN Li, *et al* Singularity of Au Distribution in Altered Rock Type Deposit——an Example from Dayingezhuang Gold Ore Deposit [C] // ZHAO Pengda (Eds). The 12th Conference of the International Association for Mathematical Geology. Beijing: China University of Geosciences Printing House, 2007: 44-47.

Gold Element Fractal Characteristics and Geological Significance of Dayin'gezhuang Gold Deposit

ZHANG Ruizhong, ZHANG Jingming, LI Dexiu
Zhaojin Mining Industry Co., Ltd., Zhaoyuan 265400, *Shandong, China*

Abstract: Gold grade data of Dayin'gezhuang gold deposit are analyzed by content-gross method to imply relationship between fractal characteristics and gold mineralization. Total gold grade can be divided into four distributions, each of which may correspond to one mineralization event. The fractal characteristics provides proof to multistage mineralization and the superpose mineralization of the ore deposit. The content-gross gold fractal dimension of different mineralization intensity lithologies zone corresponds to their mineralization intensity. It show that fractal dimension value can indicate the gold mineralization intensity. Contour map made by gold concentration fractal dimensions of drills shows some regularity which implies that there are still ore bodies in depth of the ore deposit, and the ore bodies pitch NE.

Key words: Fractal characteristics; Geological significance; Dayin'gezhuang gold deposit; Gold grade; Gold mineralization; Eastern Shandong

(上接第 5页)

Metallogenic Geological Characteristics of Shihu Gold Deposit in the Western Hebei Province

NIU Shuyin[1], CHEN Chao[1], SUN Aiqun[1], WANG Baode[1], MA Baojun[1], JIANG Xiaoping[2], ZHAO Yongli[2], GAO Yincang[2]
1. *Shijiazhuang University of Economics, Shijiazhuang* 050031, *Hebei, China;*
2. *Comprehensive Geological Team of Shijiazhuang, Shijiazhuang* 050081, *Hebei, China;*

Abstract: Take the metallogenic theory of mantle branch structure as a guide, according to comprehensive analysis of geological characteristics, ore-forming material source, variety of ore grady and ore-forming and ore-controlling structure of Shihu gold deposit, we point out that great prospecting potential is existed in deep section and its peripheral area in Shihu gold mining area.

Key words: Mantle branch structure; Mineralization; Ore-controlling structure; Prospecting prediction; Geological characteristics; Western Hebei Province; Shihu gold deposit

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net