

地质 矿床

河北省内生金矿找矿思路的再认识

王宝德, 牛树银, 孙爱群, 李红阳

(石家庄经济学院, 石家庄 050031)

[摘要]通过对河北省数十个原生金矿床金、硫及硅的研究,认为本区金应来源于地球深部,以地幔热柱形式向上迁移。中生代大规模花岗质岩浆活动是金向上迁移的主要载体。根据幔枝构造控矿规律,对幔枝轴部剪切带、主拆离带及盖层次级拆离带成矿特点进行了讨论,并提出找矿方向,以期为该区的找矿思路调整提供参考。

[关键词]内生金矿 找矿思路 再认识 河北省

[中图分类号]P618.51 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2003)01-0027-05

人类总是在对事物的不断认识、不断提高中前进的,找矿也同样如此。河北金矿的找矿史可追溯到唐代,清代有过开采鼎盛期,并随着各种新学说的提出和实践得以发展。在找矿实践中已积累了大量测试资料,尽管是在不同认识观点下取得的,但并没有过时。通过认真总结,从总体上来认识该区金矿成矿的一般规律,可能会对区域成矿及靶区的选择方面提供一些有益的信息。

1 已有内生金矿类型

河北省金矿类型较为齐全。主要有石英脉型(峪耳崖金矿、金厂峪金矿、小营盘金矿及众多中小型金矿)、破碎带蚀变岩型(尖宝山金矿、黄土梁金矿、后沟金矿等)、爆发角砾岩型(唐杖子金矿等)、伴生金矿(兴隆银铜金矿等)。所谓“长城式金矿”,据现开采揭露,其下部已见含金石英—黄铁矿脉矿石,故仍应归属于石英脉型或破碎带蚀变岩型金矿为妥。

上述各类金矿无论是矿物组合还是矿石矿物组合都有一个共同的特点,即都有热液蚀变—矿化活动,或是说与金矿成矿热液活动有关。

2 金矿成矿物质来源

成矿物质来源一直是萦绕成矿理论和找矿靶区优选的关键问题。对于金矿来说,其焦点就应该是

金矿体中存在大量 Au、SiO₂ 及其伴生的硫化物的来源。弄清上述 3 个问题,金矿的成矿物质来源问题也就迎刃而解了。近 20 年来,随着找矿实践和理论研究工作的不断深入、资料的积累,特别是大量同位素资料、包裹体资料及其与金矿成矿关系密切的燕山期花岗质岩浆活动资料的积累,为该区金矿找矿思路的再认识提供了资料基础。

2.1 关于金矿硫化物的来源

硫化物的来源主要依据硫同位素资料。河北省已公布的金矿硫同位素数据已愈 300 个,经收集和实测 19 个矿床 299 个硫同位素数据,剔除平均值加 3 倍离差的样品统计可见,除冀西北部分金矿外,绝大部分平均值变化范围均在 -3‰~+3‰之间(表 1),且以很小的正值为主,充分表明金矿硫总体应具深部硫特征。冀西北地区,特别是小营盘、东坪及其产于水泉沟碱性杂岩体内或成矿作用与该岩体有关金矿床,其显著的特点是硫同位素出现较大的负值,这可能与该区成矿时大规模碱质交代作用有直接关系。据大本^[1](1978)研究指出:在 250 时热液矿床正常 f_{O_2} -pH 范围内,每增加一个对数单位的 f_{O_2} 或一个单位的 pH 值,即可导致含硫矿物 ³⁴S 值减小 20%。

2.2 关于金矿体中 SiO₂ 的来源

对于 SiO₂ 的来源,涉及到金矿成矿热液的来源,也即“水”的来源。常用的方法是测定各矿床石英中

[收稿日期]2002-01-24;[修订日期]2002-03-02;[责任编辑]曲丽莉。

[基金项目]中国地质调查局地质大调查项目(编号:2000110100038)、国家自然科学基金项目(编号:40272088)、教育部高等学校骨干教师资助项目(编号:J-2000-25)联合资助。

[第一作者简介]王宝德(1953年-),男,1977年毕业于河北地质学院,副教授,主要从事地质地球化学的教学和科研。

包体的氢、氧、碳同位素或热液包体的特征等,近年来又引进了测定包体中惰性气体(氦、氩等)同位素。

一般认为标准岩浆水 $\delta_{H_2O}^{18} + 5\% \sim + 10\% \text{‰}$,
 $D_{(SNMOE)} - 40\% \sim - 80\% \text{‰}$, $\delta_{SMOW}^{13} - 5\% \sim - 8\% \text{‰}$

据已公布和实测的 11 个矿床 30 个样品统计平均值,极大部分落入上述区间和接近此区间。投点于 D— O_{H_2O} 图解上(图 1)大部分点落在岩浆水区间附近(左下方),而远离雨水线,很少落入变质水区间。

表 1 河北金矿硫同位素特征表

矿区	样品数	δ^34S ‰(平均值)	离差	变化范围/ ‰	资料来源及备注	
冀东幔枝构造区	金厂峪	59	- 1.788	2.88	- 6.30 ~ + 3.10	[2]、[7]、[18]
	峪耳崖	26	2.692	0.544	+ 1.60 ~ + 4.5	[3]
	唐杖子	30	2.885	1.446	+ 0.69 ~ + 5.70	,本项目测—黄铁矿 - 3.9 ‰
	沙坡峪	3	2.633	0.520	+ 2.0 ~ + 3.6	本文
	胡杖子	2	- 11.3	5.657	- 15.3 ~ - 7.30	本文
	白庙子	1	3.3			本文
	洒金沟	1	1.9			本文
	田家村	1	1.9			本文
	牛心山	22	5.45	0.460		[3]
	洞子沟	6	- 0.7(本文)		- 0.49 ~ + 4.90	总硫 - 0.3 ‰[5]
	毛家店	1	- 6.2			本文
	花市金矿	2	3.65		3.0 ~ 4.3	本文
张宣幔枝构造区	下金宝	10	2.82	2.622	+ 0.4 ~ + 7.4	[5]
	小营盘	21	- 11.374	1.779	- 7.76 ~ - 14.36	[6]
	东坪	17	- 7.876	2.274	- 5.5 ~ - 13.5	[5]、[3]
	半壁山	4	3.125	0.674	+ 2.36 ~ + 3.83	[19]
	金家庄	24	1.885	2.23	- 1.4 ~ + 5.03	[9]
	大营子	3	- 0.50	0.721	- 0.3 ~ + 0.1	[8]
	黄土梁	12	- 4.987	1.485	- 1.6 ~ - 7.4	
太行幔枝构造区	后沟	9	- 10.44	3.046	- 3.5 ~ - 15.95	
	石湖	18	2.331	0.992	+ 0.92 ~ + 5.03	本文
	孔各庄	4	6.13	1.271	4.3 ~ 7.2	本文

郑云华. 宽城县唐杖子金矿成矿地质特征[M]. 河北金矿地质专辑, 1988, (1); 河北地质三队. 河北赤城县黄土梁金矿详查报告, 1998; 冶金 516 队. 河北赤城县后沟金矿勘探报告, 1991。

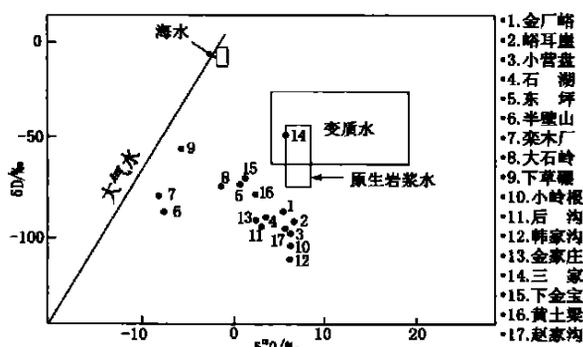


图 1 河北省部分金矿 $\delta^{18}O$ - $\delta^{34}S$ (平均值)坐标图
 (据 Sheppard S M F)

热液包体中 H_2O 占 90% 以上,且 CO_2/H_2O 很小, pH 为弱酸至偏碱性。成矿温度 120 ~ 410 , 平均 200 ~ 300 。包体均具沸腾热液特征。

上述参数均表明,河北省金矿成矿热液来源应以岩浆水为主,兼有部分其他来源的水加入。

2.3 关于 Au 的来源

金矿的矿质来源研究一直依据铅同位素及其相关资料。据 16 个矿区 80 多个矿石样和 4 个同期花岗岩体铅同位素统计发现,不论产于何种构造位置,其铅同位素值均比较接近,特别是与同期的燕山期花岗岩体铅同位素十分接近,表明两者同出一源。将各矿区铅同位素投点于铅同位素组成图(图 2)上,可见金矿来源主要分布在下地壳与幔源之间,金矿成矿时限也与燕山期花岗岩十分接近,如与金厂峪金矿成矿关系密切的青山口岩体 195 Ma^[3] (K—Ar 法)、峪耳崖二长花岗岩体 169 ~ 159 Ma^[10] (K—Ar 法),均表明本省金矿成矿活动与燕山期花

岗质岩浆活动有着密切的渊源关系。

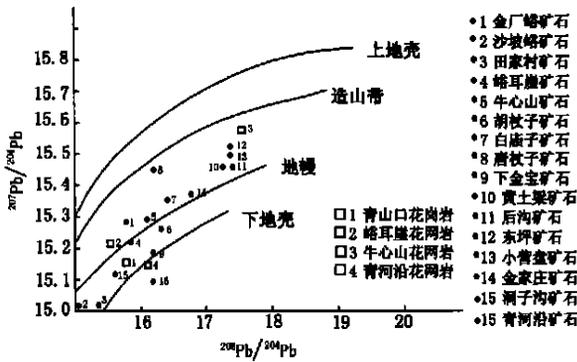


图 2 河北金矿铅同位素(平均值)演化图 (据 Zoe 及 Zartman)

考察与金矿有渊源联系的燕山期花岗岩体的含金量也能提供金质来源有关信息。据现有资料,峪耳崖、牛心山、下营房、洼子店、青山口、肖营子花岗岩体的微金含量都在 $1.67 \times 10^{-9} \sim 91.50 \times 10^{-9}$, 表明幔枝构造活动中燕山期花岗质岩浆活动确能带来大量金质。

据笔者等对河北省数十个金矿区的实地考察,其中大多数石英脉型金矿都有强弱不同的钾长石化。钾长石化本身也反映了金矿成矿与燕山期花岗质岩浆活动有密切的继承关系。因为这些金矿周围岩石中往往不存在钾的提供者,金矿体中的钾长石化只能反映花岗质岩浆演化晚期保留在金矿成矿溶液中的 K 质随矿液的运移,在蚀变—成矿过程中形成,并与金矿共生。

2.4 关于围岩提供金源的问题

斜长角闪岩—片麻岩中微金含量较高处,均多为金矿集中产出区,以往一直是绿岩带成矿的重要依据。笔者认为,作为地球化学高背景区,指示找矿是有益的,但能否指示矿源层或矿质的主要来源是需要商榷的。其原因是围岩中不可能也无法提供如此大量的金矿质。如仅冀东地区已先后发现金矿床(点)190 余处,经探明大型—特大型金矿 3 处,中型 4 处,余为小型,尚有众多民采小金矿点未计在内,总储量超过 200 t。远景储量将远大于此数量。如此众多的金要从围岩中萃取出来,需要多大的能量?况且,冀东地区大多数变质岩的变质程度并没有达到混合花岗岩,试想在没有彻底熔融的情况下,要运移如此大量金质是很难想象的。如果反向思考一下,在众多金矿集中区,由于区域成矿作用的结果,造成某一些地段形成了大、中、小型矿床,还有大量地段没有达到工业要求,也即“分散矿化”地区,这些地段岩石中的微金含量肯定很高。如果取这些地区

的样品,就会得出“矿源层”的结论。从这里也能看出,这些地区金的高背景是叠加了广泛的燕山期金矿化作用,并不是原始岩石含金高所致。最新的区调资料已经证明,在同样时代类似岩性分布区岩石中微金含量并不高的事实也说明了此现象。

2.5 关于金的来源、迁移、富集机制的探讨

近年来研究发现,金矿大量集中的地区,总有燕山期花岗质岩浆活动,且规模巨大。如我国冀东、冀西北、小秦岭、胶东等几大金矿集中区。经测定其中微金含量大多数明显高于同期岩浆岩值。同时,测定矿体成矿时限也接近或稍晚于该期岩浆活动,如河北东坪金矿 141 ~ 157 Ma^[10],金厂峪 132 Ma^[3]。其他金矿富集区成矿年龄也均集中在燕山期左右。这种现象绝非偶然,应有其深刻的地质背景。

金有其自身地球化学特性(如比重大、熔点高等),在自然状态下,应自动向地球深部——地核集中。有什么力量能使其从地核经几千千米垂向深度迁移上来,并富集在地壳浅部。据邓晋福^[11](1999)、毛景文^[10](2000)、胡受奚^[12](1998)等对中国东部岩石圈及 3013 个花岗岩和花岗闪长岩放射性同位素资料研究认为,中国东部岩石圈在 160 ~ 100 Ma 期间曾发生大规模拆沉作用,引发大规模花岗质岩浆侵入并形成中国东部中生代大规模成矿作用。河北金矿正是在这一重大地质背景下形成的。那么金是如何从地核迁移到地壳浅部的呢?笔者认为用地幔热柱多级演化形式向上迁移比较切合实际,而中生代大规模花岗质岩浆活动是金向上迁移的主要载体。在地球深部超高温高压环境下,金及其硫化物只能以汽相状态存在并随地幔热柱多级演化不断向上,在岩浆冷凝演化过程中向成矿热流体中集中,并在适当的空间和物化条件下卸载成矿^[13~16]。由于金及其搭载的载体(特别是燕山期花岗质岩浆岩)经长时间、长距离、大规模运移,特别是进入地壳后,势必会熔入大量壳源物质(包括地壳中的部分金),使其各种同位素资料不可能达到典型地幔物质的理想区间。故同位素资料有时出现似是而非的现象应是可以理解的。

3 找矿思路的再认识

基于上述讨论,笔者等认为,我省金矿的找矿思路应不断地进行再认识,以促进找矿有所突破。

3.1 围岩无选择性

正如涂光炽^[17](1989)指出的那样,金的成矿对岩石类型没有什么选择性,可以在多种岩性环境中

形成。河北省找矿实践也充分表明了这一点。如从时代上看,金矿就位空间从太古宙—元古宙—中生代都存在;岩石类型上看,变质岩、沉积岩、岩浆岩中都可产出金矿。这种事实表明,找矿不应拘泥于“绿岩带成矿”思想的束缚。

找矿实践已再三证明,金矿的成矿与围岩无任何选择性,就河北而言,已经发现产于中深变质岩系中的金厂峪金矿、小营盘金矿、沙坡峪金矿等;产于元古宙常州沟组的有唐杖子金矿、白庙子金矿等,产于串岭沟组的有洒金沟金矿等,产于高于庄组的有小马坪金矿等;产于燕山期花岗岩体中的有峪耳崖金矿、下营房金矿、牛心山金矿等;产于基性岩脉中的有金家庄金矿等。

3.2 构造研究是关键

黄金矿山星罗棋布,但其空间分布又有较明显的规律,大致可从幔枝构造中心向外,分为幔枝构造轴部韧性剪切带型金矿、主拆离带型金矿和盖层金矿三大类。由于金是来源于地球深部,故矿液运移通道和贮矿场所——构造的研究就显得十分重要。

幔枝构造轴部剪切带型金矿主要赋存在幔枝构造的轴部,如金厂峪、牛心山、田家村、沙坡峪等,这类矿床表现为强烈的构造变形,尤以韧性剪切带为主,但其附近有较强烈的岩浆活动,如中酸性岩体(基)侵入或发育大量的辉绿岩、煌斑岩、闪长岩等岩脉。一般具有明显的钾化和硅化,石英—硫化物矿化期是主要成矿时期。

主拆离带型金矿大部分是利用和改造古不整合面为主拆离带,某些区段可断掉部分层位,使常州沟组及其以上不同层位与变质岩系呈断层接触。由于主拆离带较大的切深及活动的长期性,沿主拆离带又具有很好的构造扩容带,使其成为很好的矿液通道。向上运移的含矿流体受主拆离带上盘盖层岩石的阻挡,往往沿主拆离带聚集成矿,致使矿体多顺主拆离带及其附近展布。受主拆离带的控制,矿体可表现出舒缓波状,沿走向和倾向多呈透镜状、豆夹状,甚至有些部位尖灭再现、尖灭侧现。此外,由于垂向裂隙的存在,含矿流体也可在温度压力控制下,通过垂向裂隙而进入主拆离带之上的次级滑脱面富集,构成平行主拆离带的次级矿体,宽城县白庙子金矿、尖宝山金矿、洞子沟银铜金矿、花市金矿等便属此种类型。

盖层金矿是指以中上元古代为赋矿围岩的次级拆离带中的金矿床。这类金矿可以赋存在常州沟组,也可以赋存在串岭沟组、高于庄组,甚至杨庄组、

雾迷山组等地层中,成矿与否,主要取决于主拆离带断掉的地层层位、构造接触关系和充分的矿质来源。典型矿区有汤道河洒金沟金矿、长城金矿和清河沿金矿等。

根据构造找矿是不能拘泥于某一方向的断裂,而应注意同时期的断裂。因为在矿液进入时,只要有空间就行。如,一般认为冀东地区金矿为北东向分布,但在北西向展布的冷口断裂附近的建昌营长城金矿就明显受其控制。

3.3 物化遥异常重新解译评价是重要的手段

物化遥异常重新解译评价不能就异常找矿,而应研究引起异常的构造特征。特别是在幔枝构造轴部韧性剪切带型、主拆离带和盖层次级拆离带与环形构造、物化探异常相吻合处以及矿区外围的物化探异常处应引起高度注意,可以专门采集构造裂隙样品,以强化异常。

3.4 就矿找矿扩大储量是方向

近年来,由于矿区内控矿构造—岩浆活动的研究,使得金矿储量不断增加。如位于主拆离带上盘的峪耳崖金矿在研究主拆离带和与之相交的横张断裂交汇部位共同控矿的规律,储量不断增加,而矿区附近的同期、同时代的花岗质小岩株则是进一步找矿突破的重点;黄土梁金矿在认真研究控矿的韧性剪切带,发现宽30余米的隐伏矿体;长城金矿突破北东向构造控矿思想的束缚,在深部发现厚大矿体等。

3.5 寻找新产地是目的

重新认识该区金矿找矿思路的目的是为了发现新的新产地。经笔者等近年来的研究,认为冀东地区从西部的黄崖关、花市、茅山、洞子沟,往东经半壁店、喜峰口、尖宝山、孤山子、亮甲台、白庙子、苇子沟、汤道河进辽宁境内的近250 km长的主次级拆离带上应注意寻找主拆离带型金矿。重点是不同方向断裂构造与之大角度交汇部位。在冀东幔枝构造西南侧,居于各种异常之中的黄崖关、快活林、石门一带应注意找矿;位于幔枝构造上盘的清河沿—小马坪—冷口应注意在主拆离带及其盖层中主要构造扩容带找矿。位于主韧性剪切带花市—沙坡峪—田家庄—龙湾—金厂峪—肖营子一线,应注意寻找北东向、北北东向与近东西向韧性剪切带的交汇部位,特别是构造—蚀变较强之处。

张宣幔枝构造的找矿重点应为幔枝构造轴部水泉沟—大南山二长岩体内部不同侵入期次岩体界限、韧性剪切带及岩体内外接触带等成矿、控矿扩容

带中。另外西自宣化、向东经庞家堡、象山、辛窑庄、大岭堡,至赤城县应以找金为主,向外注意寻找银铅锌等矿产。

人们总是在不断总结经验中有所发展的。找矿思路也应在不断总结、不断认识中发展。随着新认识、新思路的出现,资料的不断积累,找矿的思路也应不断扩大。

[参考文献]

- [1] 大本. 热液矿床中硫和碳的同位素系统. 稳定同位素地质译文集[M]. 北京:地质出版社,1974.
- [2] 王义文. 我国主要金矿床同位素地质研究[J]. 地质论评,1982, 28(2):108~117.
- [3] 章百明,赵国良. 河北省主要成矿区带矿床成矿系列及成矿模式[M]. 北京:石油工业出版社,1996.
- [4] 胡祥昭,彭恩生,朱余德,等. 河北洞子沟银(铜金)矿床成矿地质特征及成因探讨[J]. 大地构造与成矿学,1999,23(2):152~159.
- [5] 宋瑞先,王有志. 河北金矿地质[M]. 北京:地质出版社,1994.
- [6] 胡小蝶,赵嘉农,李双保. 张宣地区太古代变质岩中脉金的成矿作用[J]. 天津地质矿产研究所所刊,1990,(12):1~127.
- [7] 柴社力. 河北省峪耳崖金矿床地质地球化学特征[J]. 长春地址学院学报,1989,19(3):271~298.
- [8] 姚玉增,金成洙,孙宝亮,等. 河北省大营子金矿床成矿流体地球化学特征研究[J]. 贵金属地质,2000,9(4):214~219.
- [9] 李红阳,杨竹森,丁振举,等. 河北金家庄超基性岩型金矿床的地球化学特征[J]. 地质与勘探,2000,36(4):24~27.
- [10] 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.
- [11] 邓晋福,莫宣学. 中国东部燕山期岩石圈—软流圈系统大灾变与成矿环境[J]. 矿床地质,1999,18(4):309~315.
- [12] 胡受奚,王鹤年,王德滋,等. 中国东部金矿地质学及地球化学[M]. 北京:科学出版社,1998.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] Anderson D L. Chemical plume in the mantle[J]. Geol. Soc. Am. Bull.,1975,86:1593~1600.
- [16] Clemens J D, Mawer C K. Granitic magma transport by fracture propagation[J]. Tectonophysics, 1992,204:339~360.
- [17] 涂光炽. 一些金矿床地质问题讨论[J]. 地质找矿论丛,1989,3(1):1~8.
- [18] 林尔为,郭裕嘉. 冀东金矿集中区的铅同位素研究[J]. 长春地址学院学报,1985(4):1~10.
- [19] 于润林,李文来,谷守志,等. 冀东主要金矿类型成矿条件及找矿方向. 沈阳地质矿产研究所. 中国金矿主要类型区域成矿条件文集(2. 冀东地区)[M]. 北京:地质出版社,2002.
- [20] Doe B, Zartman R E. the Application of Lead to the Problems of Ore Genesis and Ore Prospect evaluation A review[J]. Econ. Geol., 1974, 69,757~776.

A NEW RECOGNITION ABOUT IDEAS OF ENDOGENETIC GOLD DEPOSIT PROSPECTING IN HEBEI PROVINCE

WANG Bao - de ,NIU Shu - yin ,SUN Ai - qun ,LI Hong - yang
(Shijiazhuang College of Economics , Shijiazhuang 050031)

Abstract :Based on the studies of Au , S and Si from tens of endogenous gold deposits in Hebei province , it is considered that gold , derived from the deeper Earth , was moved upward with the upwelling of mantle plume . Large scale granitic magma during Mesozoic was the major carrier for gold . The mineralizing characters concerned with shearing zones , principal detachment zones and secondary detachment zones within covers were discussed on the basis of mantle plume tectonics . Some proposals were suggested as references for ore prospecting in these areas .

Key words :endogenous gold deposits , ore prospecting ideas , recognition , Hebei province

河北新河钻机厂

30年的专业桩机生产历史,上万家真诚的用户

- 1、CFG 系列基础工程桩机:长螺旋钻进成孔,同时泵压混凝土成桩。钻孔直径:300~800 mm;桩深分别:12、13、15、18、21、25、30 m。
 - 2、JKD 多节挤扩式基础工程钻机:多节挤扩桩承载力高,是普通桩的3倍。
 - 3、KQ 系列工程钻机:适用于大口径超深度复杂地基钻孔灌注桩。
- 厂址:河北省新河城南大街124号 联系人:崔文艺(营销经理)
热线:13903192011 电话:(0319)4752111 传真:(0319)4761311
E-mail:cuiwy@heinfo.net http://www.xhzuanji.com

