

华北克拉通花岗绿岩地体中中生代金矿床的成矿地球动力学背景*

陈衍景 郭光军 李 欣

(北京大学地质学系, 北京 100871)

摘要 编绘了华北克拉通地区花岗绿岩地体中的 65 个大中型金矿分布图. 发现它们主要分布在阴山-燕山-辽吉中生代陆内碰撞造山活动带, 秦岭(北麓)和胶东中生代碰撞造山带, 以及太行山和郑庐两个断裂岩浆带; 成矿时代为侏罗纪-白垩纪, 即燕山期; 成矿地球动力学背景是碰撞造山过程的挤压-伸展转变期.

关键词 华北克拉通 金矿床 花岗绿岩地体 碰撞造山作用 中生代

华北克拉通为华北古板块的核心, 是我国最重要的产金区, 也是世界的重要金产地之一. 然而, 华北克拉通的金矿集中区是否属花岗绿岩地体? 金矿床是否主要属于绿岩带型? 与国外绿岩带型金矿床有哪些共性和差异? 其成矿时间、空间、地球动力学背景如何? 等等, 这些都属争论热点. 为促进这些问题的解决, 本文归纳了有关研究成果, 绘制了 65 个中型以上金矿床的空间分布图(图 1, 表 1), 探讨了成矿空间、时间和地球动力学背景.

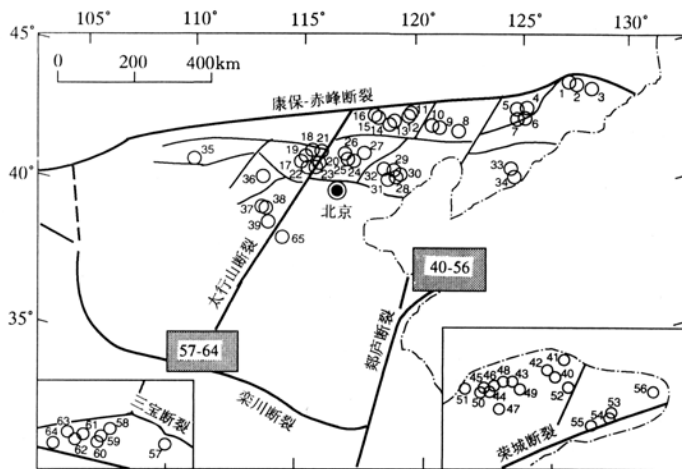


图 1 华北克拉通地区花岗绿岩地体中金矿床的空间分布
图中矿床编号与表 1 一致

1 华北克拉通花岗绿岩地体中金矿床产出形式和重要意义

1.1 华北克拉通的花岗绿岩地体及其产金意义

关于绿岩带之概念的认识分歧给厘定花岗绿岩地体带来困难. 基于我国早前寒武纪的特点, 在涂光炽教授的具体指导下, 我们将绿岩带限定为“太古宙发育的火山岩-沉积岩建造, 火

山岩中基性-超基性岩石占较大比例”。而花岗绿岩地体,则由绿岩带和与绿岩带有成因联系的前寒武纪花岗岩类(不受成因类型限制)共同构成。

按上述认识,华北克拉通的大部分地区,如华熊地块、胶北地体、牟乳地体、鲁西地块、嵩箕地块、吉南地体、辽东地体、清源地体、冀东地块、赤峰-锦州地块、集宁地体、乌拉山地体、五台地体、阜平地体、张家口地体、冀北地块等,都属于花岗绿岩地体。这些地体的金矿化程度差异较大,胶北等 O 型地体矿化强,鲁西等 C 型地体矿化差^[1, 2]。O 型地体常复合了孔达岩系(Khondalite series),构成花岗岩绿岩孔达岩地体,如华熊地块、胶北地体等(表 1),它们常被视为高级区。

胶北、小秦岭、吉南和冀东等花岗绿岩地体是我国最大的产金区,足见华北克拉通花岗绿岩地体中金矿床的重要性。目前,已在华北克拉通花岗绿岩地体中发现中型以上的金矿 65 个(表 1)。

表 1 华北克拉通地区花岗绿岩地体中重要金矿床的产出情况^{a)}

矿床名称	县或市	规模	矿体产出形式	矿床类型	赋矿围岩性质和类型	大地构造环境	花岗绿岩地体名称和特征	成矿时代	围岩时代
01 板庙子	桦甸	中型	石英脉	绿岩带	夹皮沟群	北缘	吉南 G GK 地体	J-K	Ar
02 夹皮沟	桦甸	大型	石英脉	绿岩带	夹皮沟群	北缘	吉南 G GK 地体	J-K	Ar
03 海沟	安图	大型	石英脉	绿岩带	夹皮沟群	北缘	吉南 G GK 地体		
04 构乃甸子	清源	中型	石英脉	绿岩带	鞍山群	北缘	清源 G G 地体	J-K	Ar
05 红透山	抚顺	中型	块状硫化物	绿岩带	鞍山群	北缘	清源 G G 地体	Ar ?	Ar
06 王家大沟	清源	中型	石英脉	绿岩带	鞍山群	北缘	清源 G G 地体	J-K	Ar
07 下达堡	清源	中型	斑岩	斑岩	鞍山群, 斑岩	北缘	清源 G G 地体	J-K	Ar
08 排山楼	阜新	大型	石英脉	绿岩带	建平群	北缘	赤峰-锦州地块	J-K	Ar
09 二道沟	北票	中型	斑岩	斑岩	建平群, 斑岩	北缘	赤峰-锦州地块		
10 金厂沟梁	敖汉旗	大型	蚀变破碎带	绿岩带	建平群	北缘	赤峰-锦州地块	J-K	Ar
11 撰山子	敖汉旗	中型	蚀变破碎带	绿岩带	建平群	北缘	赤峰-锦州地块	J-K	Ar
12 厚大线	建平	中型	石英脉	绿岩带	建平群	北缘	赤峰-锦州地块	J-K	Ar
13 漏风岭	喀喇沁旗	中型	石英脉	绿岩带	建平群	北缘	赤峰-锦州地块	J-K	Ar
14 安家营子	喀喇沁旗	中型	石英脉	绿岩带	建平群, 斑岩	北缘	赤峰-锦州地块	J-K	Ar
15 红花沟	赤峰	大型	斑岩	斑岩	建平群	北缘	赤峰-锦州地块	J-K	Ar
16 莲花山	赤峰	中型	石英脉	绿岩带	建平群	北缘	赤峰-锦州地块	J-K	Ar
17 水晶屯	崇礼	中型	石英脉	绿岩带	桑干群	北缘	张家口地体	J-K	Ar
18 东坪	崇礼	大型	斑岩	斑岩	桑干群, 斑岩	北缘	张家口地体	J-K	Mz
19 谷咀子	崇礼	中型	石英脉	绿岩带	桑干群	北缘	张家口地体	J-K	Ar
20 后沟	赤城	中型	斑岩	斑岩	桑干群, 斑岩	北缘	张家口地体	J-K	Mz
21 黄土梁	赤城	中型	石英脉	绿岩带	桑干群	北缘	张家口地体	J-K	Ar
22 小营盘	宣化	大型	石英脉	绿岩带	桑干群	北缘	张家口地体	J-K	Ar
23 张全庄	宣化	中型	石英脉	绿岩带	桑干群	北缘	张家口地体	J-K	Ar
24 西驼古	密云	中型	石英脉	绿岩带	桑干群	北缘	冀北地块		
25 北干沟	怀柔	中型	石英脉	绿岩带	桑干群	北缘	冀北地块		
26 大营子	丰宁	中型	石英脉	绿岩带	桑干群	北缘	冀北地块		
27 狮子岭	承德	中型	蚀变破碎带	绿岩带	桑干群	北缘	冀东地块		
28 桦尖	宽城	中型	石英脉	绿岩带	八道河群	北缘	冀东地块	J-K	Ar
29 牛心山	宽城	大型	石英脉	绿岩带	八道河群	北缘	冀东地块		
30 大岔沟	青龙	中型	石英脉	绿岩带	八道河群	北缘	冀东地块		

表 1(续)

矿床名称	县或市	规模	矿体产出形式	矿床类型	赋矿围岩性质和类型	大地构造环境	花岗绿岩地体名称和特征	成矿时代	围岩时代
31 金厂峪	迁西	大型	石英脉	绿岩带	八道河群	北缘	冀东地块		
32 岔沟	迁西	中型	石英脉	绿岩带	八道河群	北缘	冀东地块	J-K	Ar
33 五龙	丹东	大型	石英脉	绿岩带	宽甸群	北缘	辽东地体	J-K	Ar-Pt1
34 四道沟	丹东	中型	蚀变破碎带	绿岩带	宽甸群	北缘	辽东地体	J-K	Ar-Pt1
35 哈达门沟	包头	大型	石英脉	绿岩带	乌拉山群	北缘	乌拉山地体	J-K	Ar-Pt1
36 堡子湾	阳高	中型	爆破角砾岩	斑岩	五台群, 斑岩	太行山	集宁 GGK 地体	J-K	Mz
37 义兴寨	繁寺	中型	石英脉	绿岩带	五台群	太行山	五台山 GG 地体	J-K	Ar
38 辛庄	繁寺	中型	石英脉	绿岩带	五台群	太行山	五台山 GG 地体	J-K	Ar
39 耿庄	繁寺	中型	爆破角砾岩	斑岩	五台群, 斑岩	太行山	五台山 GG 地体	J-K	Mz
40 黑岚-齐家	蓬莱	中型	石英脉	绿岩带	胶东群	东缘	胶北 GGK 地体	K	Ar
41 大柳行	蓬莱	中型	石英脉	绿岩带	花岗岩	东缘	胶北 GGK 地体	K	Ar
42 大夺沟	蓬莱	中型	石英脉	绿岩带	花岗岩	东缘	胶北 GGK 地体	K	Ar
43 玲珑-台上	招远	超大	石英脉	绿岩带	花岗岩	东缘	胶北 GGK 地体	K	Ar
44 灵山沟	招远	中型	石英脉	绿岩带	花岗岩	东缘	胶北 GGK 地体	K	Ar
45 北截	招远	大型	蚀变破碎带	绿岩带	花岗岩	东缘	胶北 GGK 地体	K	
46 金翅岭	招远	中型	石英脉	绿岩带	花岗岩	东缘	胶北 GGK 地体	K	Ar
47 大伊格庄	招远	大型	蚀变破碎带	绿岩带	胶东群和花岗岩	东缘	胶北 GGK 地体	K	Ar-Pt1
48 纪山	招远	中型	石英脉	绿岩带	花岗岩	东缘	胶北 GGK 地体	K	
49 潘家	招远	中型	蚀变破碎带	绿岩带	胶东群	东缘	胶北 GGK 地体	K	
50 焦家-新城	招远	超大	蚀变破碎带	绿岩带	花岗岩	东缘	胶北 GGK 地体	K	Ar
51 三山岛仓上	莱州	超大	石英脉	绿岩带	胶东群?	东缘	胶北 GGK 地体	K	Ar
52 杜家崖子	烟台	中型	蚀变破碎带	绿岩带	胶东群	东缘	胶北 GGK 地体	K	Ar
53 邓格庄	牟平	大型	蚀变破碎带	绿岩带	胶东群和花岗岩	东缘	牟乳 GGK 地体	K	Ar
54 金青顶	乳山	大型	石英脉	绿岩带	花岗岩	东缘	牟乳 GGK 地体	K	Ar
55 白石	乳山	中型	石英脉	绿岩带	胶东群	东缘	牟乳 GGK 地体	K	
56 范家阜	威海	中型	石英脉	绿岩带	胶东群	东缘	牟乳 GGK 地体	K	Ar
57 祁雨沟	嵩县	大型	爆破角砾岩	斑岩	太华超群, 斑岩	南缘	熊耳山 GGK 地体	K	Ar
58 大湖-灵湖	灵宝	大型	石英脉	绿岩带	太华超群	南缘	小秦岭 GGK 地体	K	Ar
59 初岔乱石	灵宝	中型	石英脉	绿岩带	太华超群	南缘	小秦岭 GGK 地体	K	Ar
60 秦岭	灵宝	超大	石英脉	绿岩带	太华超群	南缘	小秦岭 GGK 地体	K	Ar
61 文峪-东闯	灵宝	超大	石英脉	绿岩带	太华超群	南缘	小秦岭 GGK 地体	K	Ar
62 胭脂河	洛南	中型	石英脉	绿岩带	太华超群	南缘	小秦岭 GGK 地体	K	Ar
63 潼关-桐峪	潼关	大型	石英脉	绿岩带	太华超群	南缘	小秦岭 GGK 地体	K	Ar
64 葫芦沟	洛南	中型	蚀变破碎带	绿岩带	太华超群	南缘	小秦岭 GGK 地体	K	Ar
65 石湖	灵寿	大型	石英脉	绿岩带	阜平群	太行山	太行山 GGK 地体	K	Ar

a) 表内 GG: 花岗岩-绿岩带, GGK: 花岗岩-绿岩带-孔达岩系, J: 侏罗纪, K: 白垩纪, Ar: 太古宙, Pt1: 古元古代

1.2 金矿床的产出形式和绿岩带型金矿床

65 个矿床的产出形式可分为 3 类: (1) 矿体以脉状形式(石英脉型或蚀变破碎带型)产于绿岩带及其有关的前寒武纪花岗岩类中, 如夹皮沟、金厂峪、焦家、玲珑、文峪等, 矿体定位受断层控制, 属断控系列^[2]矿床; (2) 矿体产于燕山期富碱侵入体的内外接触带, 如祁雨沟等, 矿体定位受小型斑岩体控制, 属于浆控系列矿床^[2]; (3) 矿体呈似层状产于绿岩带序列的特殊层位, 如铁建造、炭质层或块状硫化物层等, 属于层控或层状系列的金矿床^[2], 例如, 山东栾家沟金矿(规模小, 未列入表 1)产于条带状铁建造内, 辽宁红透山金矿伴生于块状硫化物型铜矿

床. 3 种形式中, 第一种最重要, 次为第二种, 第三种虽然在国外常见, 如印度的 Kolar 和加拿大的 Hemlo 等矿床, 但在华北较少.

鉴于花岗绿岩地体的产金意义, 绿岩带型金矿床的名称也被我国矿床学家使用. 按照涂光炽^[3]的意见, 绿岩带型金矿主要指产于花岗绿岩地体中的断控和层控或层状金矿床. 而产于侵位到绿岩带中的斑岩体(或富碱侵入体)中的金矿床应划归“侵入体内外接触带型”^[3], 不属于绿岩带型. 虽然侵入体内外接触带型与绿岩带型金矿的地质地球化学特征上有明显差异, 但都定位于花岗绿岩地体中, 具有类似的围岩和成矿时间、空间、地球动力学背景, 因此本文笼统地将其作为花岗绿岩地体中的金矿床, 一并讨论.

2 华北克拉通花岗绿岩地体中金矿床的分布空间

从图 1 可以看出, 金矿床主要呈东西带状分布在华北克拉通的边缘, 即南缘华熊地块、东

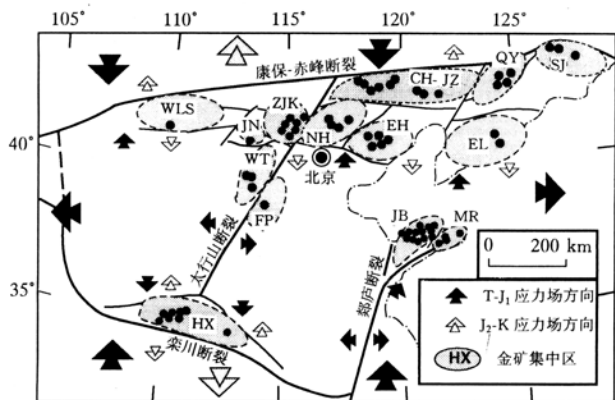


图 2 华北克拉通地区金矿化集中区分布和中生代地球动力学背景(早期南北挤压, 晚期南北伸展)

WLS 示乌拉山, JN 示集宁; ZJK 示张家口; CH-JZ 示赤峰-锦州, NH 示冀北, EH 示冀东, EL 示辽东, QY 示清源, SJ 示吉南, WT 示五台, FP 示阜平, JD 示胶东, HX 示华熊

缘胶东地块和北缘阴山-燕山-辽吉成矿带. 这些近东西向矿带又可分成若干区段, 例如, 胶东成矿带分为胶北和牟乳(牟平-乳山)两段, 北缘自西而东分为乌拉山、集宁、张家口、赤峰-锦州、冀北、冀东、辽东、清源、吉南等区段(图 2). 因此表现为“边缘东西成带、带内分段”的现象. 在克拉通内部, 只有少数金矿沿南北向太行山断裂带和郯庐断裂带形成, 呈现“内部南北有串”的现象. 上述金矿集中区的大地构造属性可分为下列 3 种类型:

2.1 碰撞造山带

胶东是我国最主要的产金基地, 它曾长期被作为地盾区, 现已证明是秦岭-

大别碰撞型造山带的东延. 苏鲁超高压榴辉岩带给出了 (221 ± 6) Ma, (211 ± 83) Ma, (208 ± 33) Ma 的 Sm-Nd 等时线年龄^[4], 表明华南与华北陆陆碰撞的开始时间应为 250~200 Ma, 即三叠纪. 胶东地区大量白垩纪碱性花岗岩类的发育又表明, 强烈的碰撞造山作用结束于白垩纪末. 因此, 胶东属于中生代的碰撞造山带.

华熊地块是我国第二大产金基地, 也长期作为稳定的华北地台统一基底的一部分. 关于三宝断裂(三门峡-宝丰断裂)的论证和研究^[2, 5], 发现三宝断裂是秦岭碰撞造山带北边界的反向逆冲断裂(RBT), 与 Sengor^[6]描述的典型碰撞造山带的 RBT 完全一致. 因此, 华熊地块应为秦岭碰撞造山带的一部分.

2.2 陆内碰撞造山活动带

在中生代华北与华南的碰撞过程中, 华北克拉通北缘再次活化造山, 伴随强烈的岩浆活动和成矿作用, 造就了以燕山山脉为代表的阴山-燕山-辽吉成矿带. 因造山作用(即燕山运动)的特征与陆缘碰撞造山作用类似, 由大陆碰撞诱发, 发生在古老碰撞造山带(蒙古-兴安岭)附

近,应属于陆内碰撞造山活动,由此形成的燕山、阴山等造山带自然属于陆内碰撞造山带。

2.3 陆内断裂岩浆带

太行山和郯庐断裂是华北克拉通内部的两条近南北向深大断裂带,沿断裂带发育较多的金伯利岩、玄武岩类和燕山期中酸性富碱岩浆岩,构成陆内断裂岩浆带。在太行山断裂两侧发现了石湖(阜平地体)和耿庄、义兴寨(五台地体)等矿床(图 1);沿郯庐断裂带发现了纸房、归来庄等金矿(因规模小而未标注在图 1 中)。它们都与燕山期中酸性岩浆活动有成因联系。可见,克拉通内部的中生代断裂岩浆带也是重要的金矿产地。需要指出,当上述 3 种构造单元交汇时,金矿化更强。东坪金矿即位于燕山陆内碰撞造山带与太行山断裂岩浆带的交汇处。

3 华北克拉通花岗绿岩地体中金矿床的成矿时间

华北克拉通虽然经历了多次的构造热事件,但金成矿作用却主要发生在侏罗纪-白垩纪,即 200~65Ma(表 2),与燕山运动伴随。胶东地块和华熊地块的金矿主要就位于白垩纪,而阴山-燕山-辽吉地区的金矿床则就位于白垩纪和侏罗纪(表 2),呈现向南偏新的趋势。

表 2 各金矿集中区金矿化同位素测年结果统计表

集中区名称	典型矿床	年龄范围或集中年龄/Ma	资料来源
小秦岭	秦岭、文峪-东闯	148~67.7;集中 91.6±2.7~76	本文
胶北地体	焦家、玲珑、三山岛	132.3±3.9~104.97;集中 110±10, 110.27,	文献[7,8]
牟乳地体	金青顶、邓格庄、乳山	100.74±3.58, 111.38±2.81	文献[8]
		101.78±3.4, 121.3±0.587, 113.31±4.43,	
		106.14±4.92	
吉南地体	夹皮沟、海沟	161,150,143.3	文献[7]
清源地体	下达堡	范围 154~80.3;集中 132~108	文献[9]
辽东地体	五龙(白云)、四道沟	115.32, 106.32, 111	文献[10]
赤峰-锦州地体	排山楼、安家营子	116.6~130.7;集中 120 左右	文献[11]
冀东地块	金厂峪、牛心山	183~95Ma;集中 169.8~95	文献[12]
张家口地体	东坪、小营盘	127.48~177.4±5;集中 141.02~156.7	文献[13]
阴山地块	哈达门沟	139.08±3.31	文献[14]
集宁地块	堡子湾	186.9~97;集中 140~102	常兆山(1997) ^{a)}
五台地体	义兴寨、耿庄	186.9~97;集中 140~102	常兆山(1997) ^{a)}
阜平地体	石湖	132±6, 121.08±2.88, 119.93±2.81	文献[15]

a) 常兆山. 太行山中生代侵入岩的岩浆晚期现象和岩浆期后现象. 北京大学博士论文, 1997

4 华北克拉通花岗绿岩地体中金矿床的成矿地球动力学背景

华北克拉通地区花岗绿岩地体中金矿床就位于燕山期,表明燕山期华北克拉通地区的地球动力学环境就是金矿床的成矿地球动力学背景。在金矿分布的 3 类构造环境中,陆内碰撞造山带和碰撞造山带都与中生代碰撞造山作用有关;太行山和郯庐断裂岩浆带在空间上与前者垂直发育,时间一致,表明也与中生代碰撞造山作用有关。因此,可以肯定华北克拉通地区不同构造单元的金矿床形成于同一种地球动力学背景,即中生代的碰撞造山体制。那么,有必要进一步探讨具体的地球动力学格局和演化。

华南与华北板块的碰撞造山作用始于三叠纪。在三叠纪和侏罗纪(图 2), 秦岭-大别-苏鲁造山带和其北邻的华北克拉通处于南北挤压环境, 使华北克拉通北缘和其北邻的兴安岭造山带也处于南北挤压环境。此时, 华北克拉通内部近东西向伸展, 发育与秦岭造山带近乎垂直的具有裂谷性质的郯庐断裂岩浆带和太行山断裂岩浆带。

在侏罗纪末和白垩纪(图 2), 秦岭-大别-苏鲁造山带开始南北伸展, 紧闭的压性韧性构造转变为扩容的张性脆性构造; 出现大量断陷红盆地; 发生减压分熔, 形成富碱花岗质岩浆和流体; 东西向造山带被近 NS 向或 NNE 向断裂切割为若干块段(华熊地块被分割为小秦岭、崤山、熊耳山等地体), 因此常被视为“块断造山运动”, 即燕山运动。显然, 燕山运动在华北克拉通北缘也很明显, 因为燕山运动命名于此地。此时, 克拉通内部的断裂岩浆带的东西向伸展有所减弱, 但 NS 向伸展却接踵而至, 故仍有较强的岩浆活动。

总之, 华北克拉通花岗绿岩地体中金矿床的成矿地球动力学背景是中生代碰撞造山作用的挤压-伸展转变期。

致谢 涂光炽、欧阳自远、徐克勤、王德滋院士和胡受奚、高振敏、冯钟燕、钱祥麟、何国琦、艾永富、王时麒、富士谷、曹正民、刘连登等教授给予指导, 谨致谢意。

参 考 文 献

- 1 Chen Yanjing, Hu Shouxi, Fu Shigu, et al. Gold deposits in greenstone belts controlled by the structural pattern of the granite-greenstone terrain. In: Proceedings of International Symposium on Gold Geology and Exploration. Shenyang: Publishing House of Northeast University of Technology, 1989. 53~57
- 2 陈衍景, 富士谷. 豫西金矿成矿规律. 北京: 地震出版社, 1992. 234
- 3 涂光炽. 我国原生金矿类型的划分和不同类型金矿的远景剖析. 矿产与地质, 1990, 4(1): 1~10
- 4 陈移之, 李曙光, 丛柏林, 等. 胶南榴辉岩的形成时代及成因: Sr、Nd 同位素地球化学及年代学证据. 科学通报, 1992, 37(23): 2169~2172
- 5 陈衍景, 胡受奚, 富士谷. 三门峡-宝丰断裂存在的证据及若干问题的讨论. 南京大学学报(地学版), 1990, (3): 75~84
- 6 Sengor A M C. Plate tectonics and orogenic research after 25 years. Earth Science Reviews, 1990, 27: 1~207
- 7 刘连登, 朱永正, 戴仕炳, 等. 金矿与韧性剪切带及叠加构造. 见: 张贻侠, 刘连登, 主编. 中国前寒武纪矿床与构造. 北京: 地震出版社, 1994. 39~77
- 8 张振海, 张景鑫, 叶素芝. 胶东金矿同位素年龄的厘定. 北京: 地震出版社, 1994. 56
- 9 王瑞山, 王春鹤, 鲍强, 等. 辽东地区金矿分布规律及成矿作用分析. 见: 中科院黄金办公室编. 中国金矿床研究新进展(第一卷下篇). 北京: 地震出版社, 1994. 444~453
- 10 罗镇宽, 关康, 王曼社, 等. 中国金矿床概论. 天津: 天津科学技术出版社, 1993. 308
- 11 王时麒, 孙承志, 崔文元, 等. 内蒙古赤峰地区金矿地质. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1994. 375
- 12 王秀璋, 程景平. 国内外太古宙中金矿床的地质及地球化学特征对比兼成因分析. 地球化学, 1994, 23(3): 211~225
- 13 宋国瑞, 赵振华主编. 河北省东坪碱性杂岩金矿地质. 北京: 地震出版社, 1996. 181
- 14 吴尚全主编. 内蒙古自治区哈达门沟伟晶岩金矿地质. 北京: 地震出版社, 1995. 227
- 15 李义, 王玉富, 张祥, 等. 太行山北段金矿赋存规律研究. 地质与勘探, 1992, 28(5): 6~12