

河北省小张家口地区金矿成因及找矿方向

温振宗

(冶金部第一地质勘探公司516队)

文章介绍了小张家口地区金矿地质特征,沿崇礼—赤城深断裂分布有冀北最大的金矿床。沿近东西向断裂带内的南、北、西侧的变质岩、超基性岩和碱性杂岩接触带,控制着金矿化。

关键词: 小张家口金矿区; 地质特征; 矿床成因; 找矿方向

小张家口金矿,包括小营盘、张金庄、韩家沟、金家庄、后沟、东水沟、于家沟、雀沟十余处金矿床(点)(图1)。对本区金矿床的成因认识,大体有以下几种:

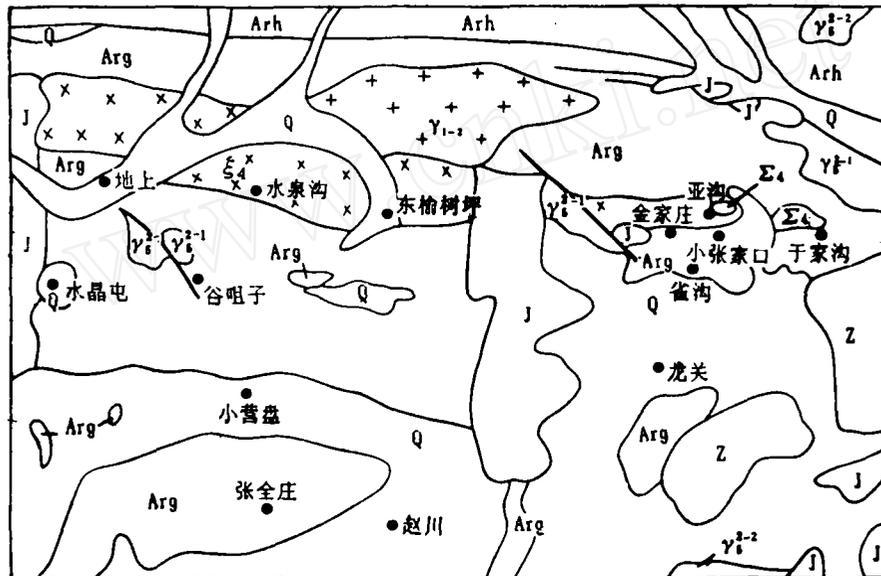


图1 小张家口地区金矿区域地质简图

Q—第四纪黄土; J—侏罗纪火山岩系; Z—长城统碎屑岩系; Arh—太古代红旗营子组变质岩系; Arg—太古代谷咀子组变质岩系; γ_5^{2-2} —花岗斑岩; γ_5^{2-1} —钾长花岗岩、斑状花岗岩; γ_{1-2} —黑云母花岗岩; Σ_4 —超基性岩体; ξ_4 —碱性杂岩体

——因为本区金矿近年首先发现于金家庄大北沿的超基性岩体中,故认为它是一种受控于超基性岩体的金矿新类型。

——本区金矿受断裂构造控制,其成因与区内的碱性杂岩体有关。

——本区金矿是古老变质岩系中的石英脉型及蚀变岩型金矿。

由于有了上述不同的认识,对找矿方向也就有不同的主张。笔者也试对矿床成因和找矿方向,谈谈个人的粗浅看法。

地质概况

本区位于中朝准地台内蒙台背斜与燕山沉降带交接部位的西段。以崇礼—赤城近东

西向深断裂为界，北为内蒙古台背斜，南为燕山沉降带。本区金矿床（点）多分布在燕山沉降带的古隆起带中，主要地层是太古界谷咀子组变质岩系和侏罗纪火山岩系。断裂构造主要呈近东西向及与其平行的次级断裂，此外还有北西、北东向断裂。这些断裂均具有一定规模，对区内岩浆活动、火山活动同金矿成矿作用有一定的控制关系。区内岩浆活动主要有三期，即：五台—吕梁期黑云母花岗岩、海西期超基性岩、燕山期碱性杂岩及花岗岩。区内北部的碱性杂岩体，东西长近40km，宽7km，岩性复杂，主要为浅粒岩和正长岩，有少量角闪岩、片麻岩和变粒岩，交代现象明显。区内金矿成矿地质条件好，已知矿床（点）有十余处。1988年后沟金矿床在地质找矿上的重大突破，为本区

金矿找矿工作展现了更广阔的前景。

岩浆活动与金矿化关系

本区岩浆活动，主要可分为前述的三期，此外尚有各种小岩脉及中侏罗世的酸性火山岩。

1. 超基性岩与金矿化关系

(1) 金家庄金矿大北沿矿段，地表主要4条矿脉均赋存于超基性岩体或岩体与围岩的接触混染过渡带中，矿体多呈脉状。

(2) 对12件样品的痕量金分析，平均Au含量为19.5ppb，高出地壳Au丰度4倍多。2个样品的微量元素测试，平均含Au50ppb。与地壳Au丰度值相比，含金层位各类岩石Au含量高10倍。其他相关元素Ag、Pb、Zn等含量也较高（表1）。

区内岩浆岩中微量元素分析结果(平均含量, ppm)

表 1

岩石名称	样品数	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	Sb	As	Hg	Bi	Cd
超基性岩	2	0.050	0.70	70	40	90	0.6	0.2	1.1	0	—	—
正长岩	5	0.058	0.48	12	34	96	0.8	1.87	1.05	0	0.17	5
汤泉花岗岩	3	0.011	0.70	17	60	77	13.1	0.1	1.9	0.15	<1	0.1
北栅子花岗岩	2	0.006	0.06	10	10	85	0.5	0.46	—	0	0.3	3.2

据叶俊林等资料, 1988。

(3) 通过化探工作，在区内超基性岩体中，及其内外接触带，圈出了一系列Au异常区。

(4) 除在金家庄大北沿以外，又在小张家口北、于家沟等多处，发现金矿脉产于超基性岩体中。

上述资料表明，区内金矿化与超基性岩关系密切。与此同时，又有三点相反的情况，即：第一，大北沿矿脉中的铅、硫、氧同位素测试结果表明，铅和硫源热水溶液均来源于桑干群变质岩。第二，超基性岩体内外接触带的金矿化主要与蚀变断裂有关，并非直接由岩体本身分异（或蚀变）出Au。第三，北沟、桃沟、后沟等地的金矿脉主要

产于正长岩和浅粒岩等碱性杂岩体之中。

2. 燕山期碱性杂岩与金矿化关系

(1) 后沟、桃沟、北沟、西水沟等地，目前所发现的金矿脉，都产在碱性杂岩体中或其附近。

(2) 14件样品痕量Au分析的平均含Au为22.2ppb，5件微量元素样品平均含Au55ppb（见表1），都比较高。

(3) 东坪金矿床赋存于该杂岩体南侧，已成中—大型金矿床。

(4) 目前观察到的现象表明，区内金矿化与此碱性杂岩体关系最为密切。

3. 中侏罗统火山岩系与金矿化关系

区内金家庄西南为一套中侏罗统碧髻山

组中酸性火山岩系，主要岩石类型有火山集块岩、火山角砾岩、流纹岩和安山岩等。

(1) 据微量元素分析，火山岩平均含Au 9ppb，最高达17ppb，高出地壳Au丰度1.8~3.4倍。

(2) 火山岩系中石英脉和断裂破碎带发育，并有Au的化探次生晕和分散流异常区。尤其在大北沿矿段，火山岩中有明显金矿化，含Au达0.26~0.45ppm。表明区内火山岩系也是有利于成矿的。

变质岩与金矿化关系

区内金矿床赋存的主要地层为太古界变质岩系。崇礼—赤城深断裂以北，属上太古界红旗营子组；以南，属下太古界桑干群谷

咀子组，为一套中深变质岩系。主要岩性为角闪二辉麻粒岩、角闪斜长片麻岩及角闪透辉变粒岩。混合岩化作用较深。中元古界长城系中酸性火山熔岩及火山碎屑岩，分布在本区西部及东部。

为了弄清变质岩与金矿化关系，首先对区内桑干群各岩性段岩石进行微量元素分析(表2)。从表中可以看出，区内桑干群3个岩性段的含Au都较高，超出地壳Au丰度的2~12倍，其他相关元素Ag、Pb、Zn、Mo、Sb、Bi、Cd等也比其各自的地壳丰度高。

其次，区内变质岩的痕金分析结果(表3)表明，除变粒岩外，其他岩石含Au高出地壳Au丰度2~13倍，进一步证明了上述结论。

区内桑干群各岩性段微量元素平均含量(ppm)

表 2

岩性段	样品数	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	Sb	As	Hg	Bi	Cd
地壳岩石平均		0.0035	0.1	100	16	50	3.0	0.5	5.0	0.08	0.15	0.5
Ars ₁	5	0.009	0.495	50	39	120	4.36	1.19	1.19	0.019	0.35	3.7
Ars ₂	8	0.046	0.623	30	40	170	6.50	0.98	2.50	0.016	1.63	6.7
Ars ₃	9	0.029	0.348	10	30	80	1.08	0.88	5.10	0.035	0.87	12.9

据叶俊林等资料，1988。

区内桑干群各种变质岩痕量金分析结果(ppb)

表 3

岩性	浅粒岩 (19)	斜长角闪岩 (7)	片麻岩 (9)	磁铁石英岩 (1)	变粒岩 (1)	全区平均
含金量	23	48	17	10	1	25

测试单位为中国地质大学应用化学系，括号中为样品数。

第三，铅同位素测定，铅的模式年龄比矿脉围岩(透辉岩、正长岩等)的同位素年龄要大得多，而与区内变质岩的第二次变质作用和混合岩化作用的年代接近，表明Pb是这时蜕变出来的，并在后期的成矿作用中又赋存到新的矿脉中。与Pb相关的Au，具有同样来源。

第四，对金家庄、后沟等矿脉17件石英样品的氧同位素分析，大多数 $\delta^{18}\text{O}$ 达12~

17‰，与变质岩中石英的 $\delta^{18}\text{O}$ 值接近，故认为热液有部分来自变质水。而小营盘、张全庄区 $\delta^{18}\text{O}$ 为7~9.5‰，大部分落在变质水的范围，个别点落在偏向雨水线。

第五，据彭岚资料，大北沿矿段矿脉中黄铁矿、方铅矿样品硫同位素测定， $\delta^{34}\text{S}$ 均为负值，变化范围在-6.93~-10.32‰之间，极差3.39‰，说明硫源来自变质岩。

对同位素的分析

1. 氧同位素特征

区内不同围岩中的 $\delta^{18}\text{O}$ 值不同(表4)。一般认为正常岩浆水的 $\delta^{18}\text{O}$ 为5~10‰,变

质水中的 $\delta^{18}\text{O}$ 为5~25‰。可见后沟碱性杂岩体中的正长岩为正常岩浆产物,斜长角闪岩原岩为中基性火山岩。而浅粒岩中混合岩化作用极强,因此 $\delta^{18}\text{O}$ 值偏高,介于变质水与岩浆水之间。

围岩氧同位素组成

表 4

样号	采样地点	岩石名称	测定矿物	$\delta^{18}\text{O}\text{‰}$	矿物形成温度 ($^{\circ}\text{C}$)	$\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}\text{‰}$
BD-17	后沟	正长岩	全岩	8.16		
BdP-5	东坪	浅粒岩	全岩	9.24		
P-13	大北沿ZK1-2, 457	斜长角闪岩	全岩	8.57		
6-33	大北沿ZK0-3, 147	辉石岩	全岩	5.82		
U-2	金家庄头道沟	浅粒岩	全岩	10.32		
SB-1	小营盘矿区	浅粒岩	石英	7.33	800	-106.8
SB-2	小营盘矿区	角闪变粒岩	石英	9.69	800	-
SB-4	小营盘矿区	混合质变粒岩	石英	9.78	700	-104.6
SB-5	小营盘矿区	伟晶岩	石英	12.44	500	-116.9
ZB-1	张全庄矿区	浅粒岩	石英	8.27	800	-111.3
ZB-2	张全庄矿区	混合质浅粒岩	石英	7.93	700	-
ZB-3	张全庄矿区	伟晶岩	石英	9.24	500	-110.4

前5个样为宜昌地质矿产研究所测定,其余为北京大学地质系测定。

据已有资料分析可以认为,产于前寒武纪变质岩中的石英与碳酸盐岩的 $\delta^{18}\text{O}$ 一般大于13.8‰。本区金家庄金矿脉中石英的 $\delta^{18}\text{O}$ 为10.36~13.42‰和11.39~13.71‰,显然与变质岩金矿区中石英的 $\delta^{18}\text{O}$ 值接近,故矿液可能来自变质岩地层。但金家庄矿区后沟含金石英脉和大北沿(ZK0-1孔,365m)石英样品测得的 $\delta^{18}\text{O}$ 值均较低(分别为

10.36和10.858‰),鉴于后沟含金石英脉产于晚期碱性杂岩中,且包裹体成分与区内其余矿脉的差别较大,故认为 $\delta^{18}\text{O}$ 值较低的样品,矿液具有岩浆水的特征。

2. 氢同位素特征

共测定12个样品,其中金家庄矿区的5个,除西水沟东矿体 $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值较低(-86.3‰)外,其余 $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值平均为-105.125‰。小营

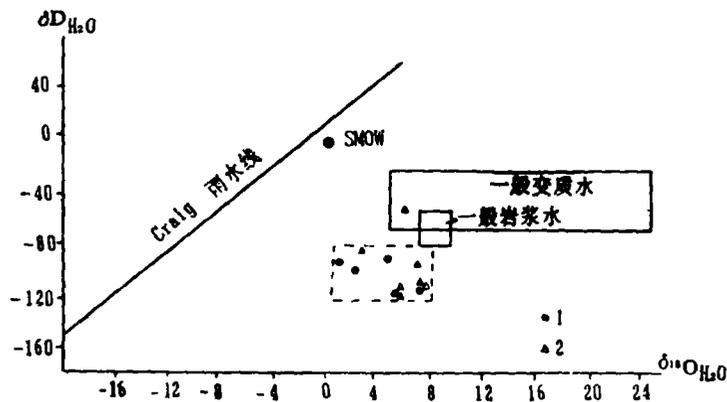


图 2 本区地表水、变质水与矿液的 $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ - $\delta^{18}\text{O}$ 值图解

1—小张家口矿脉; 2—小营盘矿脉

盘和张全庄矿区 δD_{H_2O} 值为 $-50\sim-80\%$,变化范围小。从本区地表水、变质水与矿液 $\delta D_{H_2O}-\delta^{18}O_{H_2O}$ 图解(图2)明显可见,本区样品不落在典型的变质水和典型的岩浆水范围内,多数均低于上述 δD_{H_2O} 和 $\delta^{18}O_{H_2O}$ 值,且明显偏向雨水线。部分样品离岩浆水较近。这表明本区成矿溶液既不是典型的变质水,也不是典型岩浆水,而是既有二者的特征,又有较多的雨水加入的混合水。可见成矿溶液不是一种来源。结合 $\delta^{18}O$ 值来看,认为矿液来源以变质岩为主,并具岩浆水和雨水混合的特征。

3. 铅同位素特征

金家庄矿区5个样品,分别采自大北沿和西水沟矿段脉中的方铅矿,其年龄为10~11亿年,而金家庄西PD₃中方铅矿年龄为5.01亿年。这两个年龄值反映了地质史上两次大规模热事件,是方铅矿从铅—铀—钍体系中脱离出来的年龄。结合本区具体情况分析,矿脉主要赋存在海西期超基性岩和印支—燕山早期碱性杂岩中。而小营盘、张全庄矿区矿石铅—铅等时线年龄为燕山期。

成矿温度的测定

区内不同类型的石英脉及含金石英脉爆裂法测温结果表明:

1. 全区石英脉形成温度范围为230~380℃。西部小营盘、张全庄矿区比东部金家庄、后沟等矿区的温度略高。

2. 片麻岩中褐铁矿化石英脉以300~340℃为主,含Au一般较低。多金属硫化物石英脉温度相对较低,为265~300℃,含Au普遍较高。

3. 碱性杂岩中的各种石英脉,一般为300~340℃,含Au量变化大,一般较低,个别较高。

4. 不同方向石英脉温度变化规律不明显,北东—北东东向石英脉多为300~330℃,北西向石英脉温度变化较大。

区内大北沿矿段有一个样品(样号KW-3),其中的石英大包裹体较多,大小达15~30 μ ,形态各异,并且有较多的CO₂气液包裹体,可与东坪含金石英脉中的包裹体特征对比。其余矿脉的石英中,包裹体小而少,形态以纺锤状为主。

金矿分布特征

该区不同成因类型金矿床(点)存在的原因在于,成矿物质来源的差异。各金床(点)产出总的特征是:多沿崇礼—赤城近东西向深断裂的古陆边缘分布,集中成群出现,受地层构造严格控制。在不同构造单元内,不同类型的金矿床,与一定的地层岩石、地质构造和成矿物理化学条件有关;矿化富集,与一定的岩石组合有关。矿化类型尽管多种多样,但均受不同形态的构造类型控制,产于特定部位。因此,在本区,在不同构造中形成了不同类型和规模的金矿床(点)。

区内金的矿化与富集都和角闪质岩石—斜长角闪岩、角闪斜长片麻岩、层凝灰岩等岩石组合有关。因为其原岩多为中基性火山熔岩,本身含Au较高,并有炭质、富镁铁质等,对Au的沉淀和富集有促进作用。

如上所述,区内金矿成矿物质来源主要是太古界谷咀子组变质岩系。它为金矿提供了初始矿液来源。尔后不同时期的岩浆活动,主要是海西期超基性岩和燕山期碱性杂岩体的侵入和火山活动,一方面提供了金的成矿物质,另一方面对Au的活化富集起促进作用。

金矿床的分类

1. 变质热液金矿

即古老绿色岩系中的金矿床,属于少硫化物—金建造。如小营盘、张全庄金矿,矿体赋在斜长角闪片麻岩强片理化带内。为含金多金属石英脉或复脉,或称含金石英复脉

细脉带。该类矿床的硫同位素组成,受矿源层硫同位素背景值和变质相带控制,并以硫同位素组成接近陨石值为特征。

2. 重熔岩浆热液金矿

少硫化物—金建造,如金家庄、后沟和东坪等,分布在台凸的边缘断裂带上,矿化与海西期及燕山期侵入体关系密切。含金矿带主要在岩体内接触带和岩体中,局部延伸到围岩里。在含金黄铁矿石英脉上下盘,往往有细脉浸染状矿体。

其硫同位素组成,具有典型岩浆硫的特征,以接近陨石值和变异极小为特点,表明硫同位素已高度均一化。金矿石与成矿母岩的硫同位素组成一致,而与周围地层的硫同位素背景值无关。随着成矿作用接近地表, $\delta^{34}\text{S}$ 的变异增大。

3. 火山—次火山热液金矿床

银—金建造,如金家庄西及西南部,分布在安山岩、集块岩、流纹岩等火山岩及正常的碎屑岩中。矿体多呈脉状和细脉浸染状。金矿物往往在石英脉里集中成团块,俗称“窝子金”。

找矿方向

崇礼—赤城近东西向深断裂以南,在广泛分布的太古界古老变质岩系范围里,兼有断裂构造及海西期、燕山期岩浆侵入或火山活动的地段,尤其在东西向深断裂与北东向规模较大断裂复合地段,是寻找金矿的有利地区。

参 考 文 献

- [1] 李京,地质与勘探,1988年,第6期。

Metallogeny and Exploration Guides of Gold Ores in Xiao Zhangjiakou District, Hebei Province

Wen Zhenzong

The Xiao-Zhangjiakou gold deposit, being the largest one in north Hebei District, is found along the Chongli-Chicheng deep-seated fault. Gold mineralizations are controlled by contact zones of metamorphic rocks, ultrabasic rocks and alkali-complex in the nearly east-west striking fault zone. In this paper geological features of this gold ore area are described and exploration guides for the ores are also discussed on the basis of metallogenic study of the deposit.

全国钻探设备学术讨论会在无锡召开

由中国地质学会探矿工程专业委员会机械仪表组筹备的全国钻探设备学术讨论会,于1990年3月25~30日在无锡市召开。会议的主题是总结有关钻探机械引进、消化、吸收的经验,并讨论在今后一个时期内我国钻探机械的发展方向。出席本次会议的有10个部、42个单位、66名代表。包括院校、工厂、科研单位和施工部门。汇集了国内钻探机械行业的科研设计、加工制造和操作运用的知名人士。

提交会议的论文水平较高。通过讨论,总结了引进、消化、吸收国外钻探设备的经验和要求,指出了钻探机械发展方向。会议期间还参观了无锡探矿机械厂和无锡工具厂。最后评选出优秀论文五篇,其余论文还将以摘要形式刊登在《探矿工程》、《地质与勘探》等杂志上。

【杜祥麟】