

河北省张家口金矿床金矿物的 标型特征及其成因意义

银剑钊 史红云

(中国地质大学)

本文通过对张家口金矿床金矿物的形态标型、粒度标型、成分标型及成色标型等的研究得出：
本矿床形成于中高温、中深成的成矿环境和成矿条件，属变质热液成因。

关键词 张家口金矿床 金矿物 矿物标型

张家口金矿位于华北地台北缘的燕山台褶带内，矿床产于太古宙桑干群古老变质岩系内。赋矿构造为一缓倾斜的逆掩推覆韧性剪切带。矿石为贫硫化物型，主要矿物成分为石英、钾长石、黄铁矿、方铅矿、褐铁矿等。我们对张家口金矿床中的金矿物进行了系统的矿物标型性研究，从矿物学角度为该矿床的成因研究提供一些佐证。

1 金银系列矿物

Au、Ag 在元素周期表中同属 IB 副族，其原子序数及原子量较为接近，原子半径几乎相等，晶格类型相同，晶胞棱长近于一致，故二者可形成完全的类质同像替代。金银系列矿物便是金和银成连续类质同象系列的结果。一般把金银系列矿物划分为自然金、银金矿、金银矿和自然银四种，但各家对此四种矿物 Au、Ag 含量百分比的划分很不统一，本文采用以下划分方案：含 Au $>80\%$ 、Ag $<20\%$ 为自然金；含 Au $50\%—80\%$ 、Ag $50\%—20\%$ 者为银金矿；含 Au $50\%—20\%$ 、Ag $50\%—80\%$ 者为金银矿；含 Au $<20\%$ 、Ag $>80\%$ 者为自然银。

按此分类方案，据表 1，可知矿区金矿物含金量偏高，主要为自然金。表 1 中 11 个样品代表了矿区自西而东所有矿体，因而可以得出：张家口金矿的金矿物主要为自然金。但自然金并非唯一的金矿物，据表 2，该矿区金矿物除自然金以外，尚有一些银金矿。

表1 张家口金矿金矿物电子探针分析结果
Table 1 The microprobe analysis of gold from Zhangjiakou gold deposit

序号	样品号	矿物名称	分析结果 (%)											成色		
			Au	Ag	Sb	Cu	Zn	Se	Te	S	Fe	Ni	Cr	Mo	$\frac{Au}{Au+Ag} \times 1000$	Au/Ag
1	PD ₁ -08	自然金	92.33	6.02	0.04	0	0	0.01	0.11	0.94	1.18	0	0	0	939	15.3
2	HS ₁ -05-1	自然金	84.29	15.07	0	0	0	0	0	0.65	0	0	0	0	848	5.6
3	HS ₁ -05-2	自然金	84.43	14.24	0	0.34	0	0	0.12	0.76	0.04	0	0.09	0	856	5.9
4	HS ₁ -07	自然金	90.90	8.51	0	0	0	0	0	0.24	0.23	0	0.13	0	914	10.7
5	HS ₂ -012-1	自然金	93.00	5.44	0	0.05	0	0	0.03	0	0.24	0	1.10	0	945	17.1
6	HS ₂ -012-2	自然金	93.76	5.55	0	0	0	0	0.35	0.44	0.24	0	0.08	0	944	16.9
7	HS ₂ -017	自然金	88.87	9.00	0	0.22	0	0	0.02	0	0.04	0.02	0.02	1.07	908	9.9
8	XS ₃ -01	自然金	89.29	6.95	0.07	0	0.06	0	0	2.18	0.18	0.22	0.07	0	931	12.8
9	XD-011	自然金	91.43	5.85	0	0.06	0	0	0	1.94	0.86	0	0	0	940	15.6
10	SD-012	自然金	93.85	5.66	0	0.12	0	0.02	0	1.03	0	0.03	0	0	943	16.6
11	XZ-04	自然金	90.96	6.34	0	0	0	0	0	2.68	0.62	0.14	0	0	935	14.3
	平均		90.28	8.06	0.01	0.07	0.005	0.003	0.057	0.987	0.33	0.037	0.135	0.097	918	11.8

中国地质大学(北京)电子探针分析室测试

表 2 张家口金矿金成色统计表

Table 2 The statistics of purrity of gold in Zhangjiakou gold deposit

样品号	含 量 (%)		金的成色		资料来源
	Au	Ag	$\frac{Au}{Au+Ag} \times 1000$	Au/Ag	
金—1	94.50	6.89	932	13.72	胡小蝶等 1990
X ₁	86.21	12.49	862	6.90	
XP—30	93.28	5.38	938	17.34	
RS—1	91.93	8.08	919	11.38	河北地质三队 1986
RS—2	76.15	23.87	761	3.19	
RS—3	84.70	15.30	847	5.54	
RS—4	83.11	16.87	831	4.93	

河北地质三队 (1986)

2 金矿物形态标型

本文对张家口金矿区 12 个光片中的 73 粒金矿物进行了观察研究。研究结果表明金矿物以不规则状、不规则粒状、楔状、片状等出现。其中以不规则状、树枝状为主。

H·B·彼得洛夫斯卡娅等研究认为,金矿物的形态特点反映了金矿的形成条件,浅部矿体形成的自然金以纤维状、树枝状等不规则形态为主,深部矿体矿石中的自然金以小而规则的等轴晶为主^[1]。从本矿体的产状来看,张家口金矿不应是浅成的,而是由于后期表生次生富集造成的。

3 金矿物粒度标型

反光镜下对矿区 12 块含有金矿物的光片进行了观察,共发现金矿物 73 粒,其粒径为 0.1—0.01mm (表 3),其中以 0.01—0.05mm 粒级者为最多,占 57.55%,粒径大于 0.1mm 的仅有两个颗粒,由此可见金矿物的粒度以显微金为主。

表 3 金矿物粒级统计表

Table3 The grade statistics of gold

粒级 (mm)	<0.01	0.01—0.02	0.02—0.04	0.04—0.06	0.06—0.08	0.08—0.1	>0.10	合 计
颗粒数	21	16	18	8	4	4	2	73
百分比	28.76	21.93	24.66	10.96	5.48	5.48	2.73	100

据矿床金矿物粒度特征,可推测张家口金矿应属中深成、中高温成因。

4 金矿物成分标型

从表1可知,矿区金矿物中Au、Ag含量变化不大,分别为 $Au=84.29\%—93.85\%$ (平均 90.28%), $Ag=5.44\%—15.07\%$ (平均为 8.06%)。在金矿物纯度与形成温度的关系图上,根据表1中11个金矿物成分进行投点,全部落入中温区,而且有9个点(占 81.82%)紧靠着高温区,只有两个点偏向中、低温之分界线,这表明张家口金矿的成矿温度具有中高温的成矿特点。另外,这些点的集中出现表明,无论该矿床有多么漫长的成矿期和多么多的成矿阶段,金的大规模形成与富集始终仅与其中的某个或某两个阶段关系最为密切。

5 金矿物成色标型

从表1、2可以看出,研究区的金矿物金成色变化不大,为831—944(分别去掉一个最高和最低值),平均为900(18个点的平均)。其中金成色大于900的有12个,占 66.67% ;大于800的有17个,占 94.44% ;小于800的仅一个,占 5.56% 。

同一金矿物的不同部位金成色变化不大(表1中的2、3及5、6号样分别代表者两个金粒不同部位的金成色值)。这说明了金矿的形成似与众多成矿阶段的某个阶段最为密切,金在晶出时的物理化学条件无显著变化。

目前普遍认为,金成色可以指示矿床的形成深度、温度、时代、后期变化特点以及矿质来源等(姚凤良、刘连登等,1990;邵洁涟,1990)^{[1][2]}。一般原则是,矿床形成的深度越大,温度越高,时代越老,遭受后期地质作用的改造越强烈,金的成色就越高,反之,金成色则低。本区金的高成色表明:

1. 原生金矿石形成深度大,温度高,成矿时代早、且金质主要来源于桑干群变质岩,继承了老变质岩中金的成色较高的特点;
2. 该金矿成矿期长、成矿阶段多,使金矿物经过长期、多阶段、多种地质作用的改造、净化;
3. 矿区遭受氧化次生富集作用的改造,致使原生金矿物中的杂质得以清除,尤其是在表生作用下银的活动性(或可溶性)比金高,致使其流失而提高了金的成色。这也是张家口金矿成色高的主要原因。

此外,金成色的高低也与矿石类型有关。据邵洁涟(1990)的研究^[1],贫硫化物型金矿石比低硫化物型或中—富硫化物型金矿石的金成色高。前已述及,张家口金矿的贫硫化物型金矿床,这与其高的金成色相吻合(表4)。

将表1、2中金成色数值投在金成色与成矿温度的关系图解上得附图,从图中可以看出,18个点除有一个异常低而落在温区外,其它17点全部落在中温区且大多靠近高温线,这与本矿区主成矿阶段的形成温度为 $200—300^{\circ}\text{C}$ 一致。

6 金矿物微量元素标型

矿区金矿物中除Au—Ag外,还含有Sb、Cu、Zu、Se、Te、Ni、Cr、Mo、S、Fe。据研究(莫伊辛科,1976;邵洁涟,1990)^{[1][3]},金矿物中的微量元素也具有成因标型意义,一般随着深度的加大,自然金所含Zu、Pb、Sb的数量减少。从表1可以看出,11个样中仅有

一个含锌 0.06%，其余均不含锌，平均为 0.005%；Sb 仅有两个样品含有（分别为 0.04%、0.07%），其余均为 0，平均 0.01%；而 Pb 则因含量极低而检测不出。Zn、Sb、Pb 的这种极低含量说明本矿为深成成因。

表 4 矿石中硫化物含量与金成色间的关系

Table 4 The relationship between the content of sulfide and purrity of gold

矿床产地	矿石类型	金的成色	Ag 含量	资料来源
		$\frac{\text{Au}}{\text{Au}+\text{Ag}} \times 1000$	(%)	
延吉西南岔铜、金矿床	贫硫化物金矿石	920—940	4—3	邵洁涟 1990
	低硫化物金矿石	850—890	12—7	
	中—富硫化物金矿石	830—870	14—9	
延吉海沟铀、金矿床	贫硫化物金矿石	890	6	邵洁涟 1990
	低硫化物金矿石	780	17	
小营盘金矿床	贫硫化物金矿石	900*	8	本文
张全庄金矿床	富硫化物金矿石	824	17.6	

* 为 18 个成色之平均值

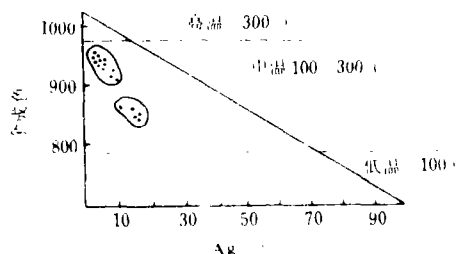


图 金成色与成矿温度关系图解

Fig. The relation between the purrity of gold and the minerlizing temperature

此外，邵洁涟(1990)^[1]研究认为，深成金矿常含 Fe、Cu 而浅成金矿则常含 Se、Mn。从表 1 可以看出，矿区自然金内含 Fe 较丰，为 0.04%—1.18%，平均为 0.33%；含 Cu 为 0.05%—0.34%，平均为 0.07%；11 个数据中只有两个含 Se（分别为 0.01%、0.02%），平均为 0.003%，而不含 Mn。所有这些特征也表明了张家口金矿为深成成因。

综上所述，张家口金矿为中高温、中深成变质热液型金矿床。

7 参考文献

- 1 邵洁涟. 金矿找矿矿物学. 中国地质大学出版社, 1990.
- 2 姚凤良等. 胶东西北部脉状金矿. 吉林科学技术出版社, 1990.
- 3 陈光远等. 胶东金矿成因矿物学与找矿. 重庆出版社, 1989.

THE TYPOMORPHIC CHARACTERISTIC OF GOLD AND ITS GENETIC MEANING IN ZHANGJIAKOU GOLD DEPOSIT, HEBEI PROVINCE

Yin Jianzhao Shi Hongyun

(*China university of geosciences(Beijing)*)

Abstract

In this paper, the authors have studied the typomorphic characteristic of gold in details, such as morphological, grade, chemical composition and the purity of gold. From the study, we can come to this conclusion: Zhangjiakou gold deposit is formed in mid-high temperature, deeper condition, and it is metamorphic hydrothermal gold deposit.

Key words zhangjiakou gold deposit gold minerals typomorphic mineral

作者简介 银剑钊 男,生于1964年12月3日,1986年7月毕业于长春地质学院地质系,1989年7月获长春地质学院理学硕士学位,现为中国地质大学(北京)博士研究生。通讯地址:北京市海淀区学院路29号中国地质大学矿床教研室;邮政编码:100083。