

山东蓬莱后大雪金矿金矿物标型特征及其地质意义

高秋斌 范永香 李志德 曹新志 徐伯骏

(中国地质大学资源学院, 武汉 430074)

摘要: 通过对后大雪金矿 13 件光片的系统观察统计及电子探针分析, 研究了金矿物的赋存状态、形态和粒度、化学成分、金的成色等特征及其变化规律, 并分析探讨了其在矿床成因、成矿远景评价等方面的应用和意义。

关键词: 金矿物; 标型特征; 地质意义; 后大雪金矿; 蓬莱; 山东。

中图分类号: P618.51 文献标识码: A

文章编号: 1000-2383(2001)02-0139-03

作者简介: 高秋斌, 男, 副教授, 1962 年生, 1990 年毕业于中国地质大学, 获硕士学位, 主要从事成矿规律及成矿预测和金矿床地质的研究和教学工作。

1 矿区地质概况

后大雪金矿床在大地构造上位于华北地台胶东地盾胶北隆起带上, 沂沭断裂带东侧, 区域性的五十里堡断裂在矿区西侧穿过。矿区出露地层除第四系外, 主要为太古宙胶东群变质岩系, 分布于矿区南部。大季家岩体则出露于矿区的中北部, 岩性主要为黑云母花岗岩。金矿脉总体上沿二者的接触带展布。区内北北东向及北东向断裂发育, 是重要的控矿构造, 控制了十余条含金石英脉的形成及分布, 其中 1~3 号脉为主矿脉。矿体形态较简单, 一般呈脉状、透镜状或扁豆状, 矿体产状与控矿断裂近于一致, 倾角较陡 $55^{\circ}\sim 85^{\circ}$ 。近矿围岩蚀变以黄铁绢英岩化、绢英岩化、硅化、钾化为主, 次为绿泥石化、碳酸盐化, 其中黄铁绢英岩化、绢英岩化及硅化与金矿化关系最为密切。成矿作用可划分为 4 个阶段, 即(1)黄铁矿—石英阶段; (2)石英—黄铁矿阶段; (3)石英—多金属硫化物阶段; (4)石英—碳酸盐阶段, 其中(2)、(3)阶段为主成矿阶段。黄铁矿是金的主要载体矿物。

2 金的赋存状态、形态及粒度

通过对本区矿石光片的系统观察及电子探针的

测试, 发现金主要以自然金($w(\text{Au}) > 80\%$)和银金矿($w(\text{Au}) 50\% \sim 80\%$)两种金矿物形式出现。黄铁矿是其载体矿物, 尚有少量赋存在石英、磁黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿和毒砂中。金在载体矿物中常见的有 3 种赋存状态, 即包裹金、晶隙金及裂隙金。统计表明其中以晶隙金(58%)最为常见, 次为裂隙金(30%), 包裹金最少(12%)。

自然金和银金矿的形态复杂多样, 在本区有圆粒状、片状、条状、脉状或网脉状及不规则状^[1]。不同赋存状态的金, 其金矿物具有不同的形态, 包裹金是较早形成的金粒, 后被载体矿物包裹, 其边界较圆滑呈圆粒状^[1], 本区未见包裹金受到溶蚀、交代的现象, 表明包裹金与载体矿物结晶时间间隔较短。晶隙金分布在载金矿物之间的晶隙中, 本区多发育在黄铁矿与石英之间, 少量分布在黄铁矿颗粒之间, 其形成时间晚于载金矿物, 形态主要取决于载金矿物的接触关系, 以长条状为主^[1]。裂隙金分布在载金矿物中的裂隙内, 多呈脉状或网脉状^[1]。

金矿物的粒度大小悬殊, 总体介于 $25 \times 10^{-6} \sim 5 \times 10^{-3} \text{ mm}^2$, 并且不同赋存状态的金其粒度大小总体上呈现出规律性的变化, 即包裹金粒度大小以 $25 \times 10^{-6} \text{ mm}^2$ 左右的最为常见, 晶隙金粒度变大, 多数为 $3 \times 10^{-3} \text{ mm}^2$ 左右, 而裂隙金的粒度最大, 通常可达 $15 \times 10^{-3} \text{ mm}^2$ 。

研究表明, 本区金的赋存状态与成矿阶段有密切的关系, 成矿第 I 阶段金主要以包裹金状态产出,

收稿日期: 2000-11-30

基金项目: 国土资源部矿产资源定量预测及勘查评价开放研究实验室资助项目。

表 1 金矿物化学成分、成色及金银比值结果

Table 1 Chemical compositions and fineness of gold minerals and ratios of $w(\text{Au})/w(\text{Ag})$

赋存状态	矿物	样号	$w_B/\%$													合计	ΣTE	ΣTE^*	成色	$w(\text{Au})/w(\text{Ag})$	
			Au	Ag	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Sb	Te	Bi						
I	银金矿	1	73.41	16.26	0.01	5.61	0.09	0	0	0	0	3.25	0.11	0.12	0.12	0.09	99.05	9.40	3.79	818	4.51
	银金矿	2	69.30	30.09	0.01	0.45	0.04	0.03	0	0	0	0	0	0	0.08	0	100.00	0.61	0.16	697	2.30
	银金矿	3	71.83	26.35	0	0.1	0	0.03	0.02	0	0	0	0	0	0.02	0	98.35	0.17	0.07	732	2.72
	自然金	4	80.44	19.20	0	0.36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100.00	0.36	0	807	4.19
II	银金矿	5	70.07	29.74	0	0.11	0.02	0.02	0.01	0	0	0	0	0	0.02	0	100.00	0.18	0.07	702	2.36
	银金矿	6	71.76	29.67	0.03	0.37	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0	101.90	1.47	0.10	707	2.43
	自然金	7	80.49	19.36	0	0.09	0	0.02	0.02	0	0	0	0	0	0.01	0	100.00	0.14	0.05	806	4.16
	银金矿	8	70.02	29.42	0	0.46	0.02	0	0.04	0	0.04	0	0	0	0	0	100.00	0.56	0.10	704	2.38
III	银金矿	9	67.62	23.11	0.27	2.80	0.06	0.30	0.08	3.23	2.10	0.04	0	0	0	0	100.00	9.28	6.48	745	2.92
	银金矿	10	65.13	34.83	0	0.01	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0.01	0	100.00	0.04	0.03	652	1.87
	银金矿	11	78.04	18.73	0	0.44	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0	97.29	0.51	0.07	806	4.17
	银金矿	12	79.82	15.87	0	1.46	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97.16	1.47	0.01	834	5.03
	银金矿	13	65.88	33.87	0.01	0	0	0.04	0	0	0	0	0	0.01	0	100.00	0.16	0.16	660	1.95	

中国地质大学(武汉)测试中心郑曙测试. I. 包裹金; II. 晶隙金; III. 裂隙金. * 除 Fe 外的 ΣTE .

载金矿物为粗粒自形或半自形的黄铁矿, 粒度较小且数量少, 因此矿化弱; 第 II 成矿阶段金的赋存状态主要为晶隙金及少量的裂隙金、包裹金, 分布在细粒、他形的黄铁矿和石英颗粒之间, 粒度较大且呈带状分布, 矿化强; 而第 III 阶段以形成裂隙金为主, 少量的晶隙金和包裹金. 裂隙金主要分布在碎裂的黄铁矿中, 粒度大但数量较第 II 阶段的晶隙金有较大的减少, 故总体上矿化弱于第 II 阶段. 由此不难看出, 通过查明金的赋存状态及其相对比例可以大致判断矿体的矿化强度. 段会升等^[2]对该区的 1, 2 号脉各段取 30 块光片进行观察统计, 结果显示 1 号矿脉中金的赋存状态以裂隙金为主, 占统计数的 62.5%; 在 2 号脉中则以晶隙金为主, 占统计数的 88%, 而与此相应的二者金平均品位分别为 9.55×10^{-6} 和 11.55×10^{-6} .

此外, 金的赋存状态在矿体的不同部位有所不同, 其基本规律表现为从矿体的上部到下部裂隙金和晶隙金减少, 而包裹金增加, 即矿体上部以裂隙金为主, 中部多为晶隙金, 下部则以包裹金占优势^[3~5]. 因此, 通过金的赋存状态的研究可以判断矿体的部位, 进而评价矿脉的找矿前景. 例如, 本区 1 号脉在二中段已出现较多的包裹金, 表明二中段已为矿体的下部, 而 3 号脉在二、三中段大量出现的是裂隙金、晶隙金、显示矿体向下仍有一定的延伸.

3 金矿物的化学成分

随着赋存状态的不同, 金矿物的化学成分也存

在某些规律性的变化. 本次通过对 13 块光片金矿物的电子探针分析(表 1), 可以看出本区金矿物的化学成分变化有如下特点: (1) 金矿物的成分除金以外, 最主要的元素为 Ag. 银的质量分数变化范围在 15.87%~34.83% 之间, 较金质量分数的变化幅度大, 总体看二者有一定的负相关性, 表现为随着金成色的降低, 银的质量分数相应增加, 但有个别例外, 这可能是金矿物中银的成分分布不均匀而测点又不够多造成的. 金与银的质量分数比值在 1.87~5.03 范围内变动, 包裹金为 4.51, 晶隙金除两粒自然金外在 2.30~2.72 范围内变动. 裂隙金的金银质量分数比值变化大, 与本区总的变化范围一致. 结合前述本区金的赋存状态与成矿阶段的关系, 表明随着成矿温度的降低, 银倾向于在成矿的晚期沉淀, 并在第 III 成矿阶段出现较强的局部富集现象. (2) 金矿物中的微量元素主要为 Fe, Mn, Te, Co, Ni, 而 Zn, Sb, Se, Bi 及 As 则在多数情况下由于其质量分数低于检出值而不能测出. 微量元素的总量(ΣTE)变化范围大, 处于 0.04%~9.40%, 其中包裹金中最高为 9.40%, 在晶隙金为 0.14%~0.61%, 平均 0.36%, 裂隙金中与银的质量分数一样具有变化范围大的特征. 如果从其中除去贯通元素 Fe 的质量分数(除 Fe 外 ΣTE), 则包裹金中微量元素总量为 3.79%, 在晶隙金中平均为 0.078%, 裂隙金中在不考虑 Zn 具特高值的 9 号样品的情况下, 平均为 0.067%. 所以从包裹金、晶隙金到裂隙金微量元素质量分数有逐渐降低的趋势.

4 金矿物的成色

大量的研究表明,金矿物的成色与其成矿时的温度、形成深度有正相关性,即金矿物的成色高反映成矿温度高、形成深度大。一般情况下,浅成低温热液条件下形成的金矿物平均成色在 650 以下,中深中温则为 650~850 左右,深成高温则大于 800。据此,本区金的成色变化范围为 652~834(表 1),金矿物是在中深中温热液条件下形成的。需要指出的是,对同一条矿脉的不同部位或一个矿床内不同深度的矿脉而言,金的成色主要与成矿演化的阶段及其共生矿物组合有关。

不同赋存状态的金,其成色变化也存在一定的规律性。有限的测试数据显示包裹金的成色为 818,晶隙金中除两粒自然金分别为 806,807 外,其余为 697~732,平均为 734(包括两粒自然金),裂隙金的成色最低为 652,最高 834(9 号样),平均 739。如考虑到 12 号样品测试总量仅有 97.16,而导致其成色高并不将其计算在平均值中,则平均值为 722。因此,从包裹金、晶隙金到裂隙金矿物的成色有逐步降低的现象。这与成矿的阶段演化是吻合的,与金成色的一般变化规律亦是一致的。

必须指出,金矿物的成色与矿化强度没有正相关关系,本区的实际情况为成矿第 I 阶段形成的金矿物成色高,但矿石中金品位低,矿化较弱,而在第 II, III 阶段形成的金矿物成色虽相对较低,但矿石品位高,表明矿化强。由此不难看出,金的矿化强度主要取决于载金矿物的多寡及其中金矿物的含量。

5 结论

(1)金在本区以自然金和银金矿两种形式出现,在载体矿物中有 3 种赋存状态即包裹金、晶隙金和裂隙金。(2)从包裹金、晶隙金到裂隙金具有形态由相对简单到复杂,粒度由小到大的变化趋势。(3)金矿物的赋存状态与成矿阶段有密切关系,从 I 至第 III 成矿阶段金的主要赋存状态分别依次对应包裹金、晶隙金和裂隙金。在空间分布上则依次出现于矿体的下部、中部和上部。本区 2 号脉中矿体在二中段已是矿体的下部,而 3 号脉中的矿体向下仍有延伸。(4)从包裹金、晶隙金到裂隙金,金矿物中银的质量分数有增加的趋势,而微量元素总量则表现为逐步减少的特征。(5)金的成色变化范围为 652~834,该矿床是在中深中温热液条件下形成的。总体上从包裹金、晶隙金到裂隙金,金的成色有逐渐降低的变化规律。

参考文献:

- [1] 中国人民武装警察黄金指挥部. 山东后大雪花岗岩中石英脉金矿地质[M]. 北京:地震出版社,2000. 16~32.
- [2] 段会升,王会胜. 庄官金矿地质特征及找矿方向[J]. 山东黄金,1992, (2): 19~21.
- [3] 张振儒,杨思学. 金的成色研究[J]. 地质与勘探,1986, 22(11): 36~37.
- [4] 章增凤. 山东招远罗山金矿自然金的标型特征研究[J]. 黄金,1989, 10(1): 20~26.
- [5] 邵洁涟. 金矿找矿矿物学[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1988. 3~18.

TYPOMORPHIC CHARACTERISTIC OF GOLD MINERALS AND ITS GEOLOGICAL SIGNIFICANCE OF HOUDAXUE GOLD DEPOSIT, PENGLAI, SHANDONG

Gao Qiubin Fan Yongxiang Li Zhide Cao Xinzhi Xu Bojun

(Faculty of Earth Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: Based on the systematic observation of samples and the electron probing analysis, the authors have studied the existence state, crystal morphology, grain size, chemical composition and fineness of gold minerals and their change regularities and further discussed their application to ore genesis and ore formation prospect evaluation.

Key words: gold mineral; typomorphic characteristic; geological significance; Houdaxue gold deposit; Penglai; Shandong.