

# 祁雨沟金矿自然金的标型特征 及其找矿意义

栾文楼

邵克忠

(河北地质学院, 石家庄 050031)

关键词 自然金 标型特征 金矿床

**提 要** 本文以2800粒自然金的研究为基础,系统讨论了自然金的标型特征,研究指出:本矿床应具有较大规模,矿区内除 $J_2$ 、 $J_4$ 角砾岩体外,其余几个角砾岩体也应有一定远景;{111}、{111} + {100}、{110}的出现可指示富矿地段;自然金晶体形态的空间分带规律可确定(岩)矿体的剥蚀深度及评价外围角砾岩体的含矿性及远景;自然金中Bi可做找矿评价的指示元素。

祁雨沟金矿位于华北板块南缘小秦岭金矿带东部,为一产于太古界太华群和元古界熊耳群中以隐蔽爆发(一坍塌)角砾岩型为主的多型一体金矿床。这一矿床系列包括构造破碎带蚀变岩型、石英脉型及斑岩一角砾岩型金矿床,均系中、晚燕山期构造岩浆活动过程中钙碱性岩浆分异演化的产物。矿区范围内分布有六个角砾岩体( $J_1$ — $J_6$ ),已开采和已探明的 $J_2$ 、 $J_4$ 为中、大型金矿床<sup>①</sup>。

## 1 矿化阶段

成矿全过程经历了“前锋”、“主体”和“晚期”三个热液蚀变成矿期和表生成矿期。与三个热液蚀变成矿期相应<sup>[1]</sup>,可划分为七个成矿阶段:前锋成矿期包括石英-黄铁矿阶段(A)、黄铁矿-辉钼矿阶段(B)、石英-黑云母-黄铁矿阶段(C);主体成矿期包括早期石英-多金属硫化物阶段(D)、石英-正长石多金属硫化物阶段(E)、晚期石英-多金属硫化物阶段(F);矿化晚期为石英-方解石-黄铁矿阶段(G)。自然金在主体蚀变成矿期各阶段发育最佳,早期及晚期的金矿化比较微弱,且晚期阶段矿化分散、不匀。表生成矿期只在局部地段发育,一般不构成工业矿体。自然金是矿床中最主要的金矿物,银金矿数量极微。

## 2 自然金的粒度和形态

本矿床自然金大部分为肉眼可见金。据肉眼及镜下对约2800粒自然金的统计测定,粒度以0.2—0.5mm为主(48%),0.001—0.1mm者占33%,大于0.5mm者约19%。目前所见最大粒度达7mm。据筛分测定,0.075mm以上的金粒占92%,70%以上的金可用混汞法回收,说

本文于1994年4月19日收到,1994年7月13日改回。

① 邵克忠等。祁雨沟地区爆发角砾岩型金矿成矿地质条件及找矿方向研究。1988。

明它们是在高浓度、较高温缓慢冷却的条件下形成的。

本区自然金较一般金矿床自然金的结晶程度高，常见发育完好的自形晶体<sup>[2]</sup>。见于不同矿化阶段的自形晶(20%)有： $\{100\}$ 、 $\{100\} + \{111\}$ 、 $\{111\}$ 、 $\{110\}$ ，其中， $\{100\} + \{111\}$ 聚形的 $\{111\}$ 面一般较 $\{100\}$ 面发育，见于矿化晚期的两粒 $\{110\}$ 发育完好的自形晶粒度达2mm，这在一般类型金矿床中是罕见的<sup>[2]</sup>。自然金晶体形态随成矿演化溶液中金浓度的变化而变化<sup>①</sup>。主成矿期浓度高，金粒度粗，晶形以 $\{111\}$ 及 $\{111\} + \{100\}$ 为主，分布在矿化角砾岩体的中、上部(富矿地段)。矿化晚期浓度降低，早期金发生溶解(蚀)和再结晶，在富矿地段形成 $\{110\}$ 及 $\{100\}$ 自形晶体。因此，自形晶的出现，尤其是 $\{111\}$ 及 $\{111\} + \{100\}$ 晶形的出现对指导找矿及矿山开采有一定的实际意义。

在垂向上，自角砾岩体的顶部向下，自然晶晶形分带为： $\{100\}$ 、 $\{110\} \rightarrow \{111\}$ 、 $\{100\} + \{111\}$ 、 $\{100\} \rightarrow \{100\}$ 。与黄铁矿的形态分带相吻合，可做为评价矿床剥蚀深度与找矿的标志。

自然金的形态与其嵌布类型密切相关(图1)。同生包体金指自然金与包裹矿物属同一矿化阶段产物，但晶出顺序不同，可见 $\{111\} + \{100\}$ 、 $\{100\}$ 、 $\{111\}$ 的棱角部分较圆滑，但仍能辨认晶面(照片1)。非同生包体金指金与包裹矿物非同—矿化阶段形成，被溶蚀交代的残余体又被较晚形成的矿物所包裹，因而其形态多呈不规则的港湾状和球粒状(照片2)。粒间金(嵌布于矿物颗粒间的金)的形态严格受其所赋存的粒间空隙形态、大小所控制。当空隙

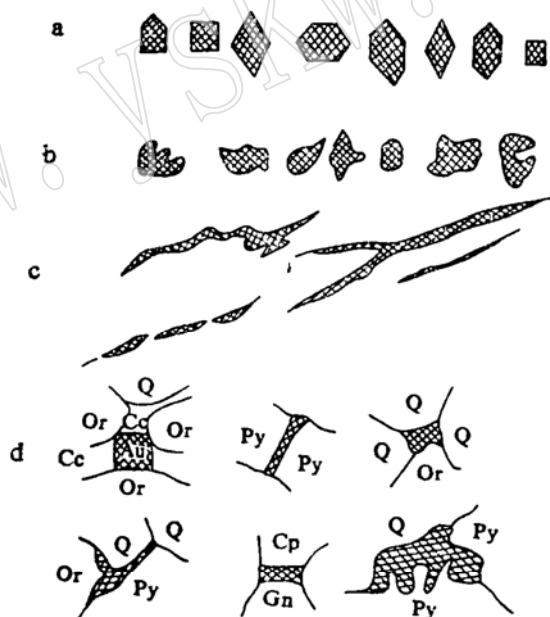


图1 自然金的嵌布类型及形态特征

Fig. 1 Embedding types and morphological characteristics of native gold

a—同生包体金；b—非同生包体金；c—裂隙金；d—粒间金

大时晶体发育完整, 粒间空隙小而不规则, 金即为不规则的粒状及枝叉状。当相邻两晶粒晶面近于平行时, 所夹自然金必为片状。裂隙金多沿黄铁矿、石英、正长石等矿物的微裂隙充填交代, 形态不规则(照片3), 与共生矿物(如斜方辉铅铋矿)相间断续出现。镜下所见最长的裂隙金达2mm, 宽近0.002mm。

在整个矿化过程中, 早期自然金以包体形式出现, 在主成矿期, 金矿化增强(溶液为偏碱性), 粒间金占据优势, 并出现裂隙金, 至矿化晚期热液性质发生大的变化(趋酸性), 溶蚀交代作用不仅使早期结晶金的形态不规则化, 并使金活化转移, 由比较分散变为相对集中, 出现少数粒间金和裂隙金。

### 3 自然金的化学成分

探针分析结果(表1)表明, 自然金的成色变化范围为646—976, 平均为882, 其中>900占60%, 800—900占20%, <800占20%。自然金的成色是其成因的一个重要标型特征, 矿床类型的不同, 成矿地质环境及物理化学条件的差异, 使得金的成色均有一定的变化。与其他不同类型金矿床自然金的成色<sup>①</sup>相比, 本矿床接近于斑岩型金矿床及伴生金。这与本矿床为以爆发角砾岩型为主、伴有斑岩-角砾岩型、构造破碎带蚀变岩型及石英脉型的多型一体金矿床的成矿模式是一致的<sup>②</sup>。对本矿床而言, 成矿温度较高是造成高成色的主要因素之一——成色可做为成矿温度的标型特征。矿物共生组合(磁黄铁矿-辉钼矿-黄铁矿)、包裹体测温(主成矿阶段430—250℃)也表明矿床属中高温产物<sup>③</sup>。

表1 自然金的化学成分

Table 1 Chemical composition of native gold

序号	样号	嵌布类型	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Ni	Tc	Mo	As	Bi	总和
1	J <sub>2</sub> L116-1	包体	95.96	3.15	0.06	0.01	0.01	0.005	0.05	0.00	0.00	0.73	99.975
2	J <sub>2</sub> L116-2	包体	96.57	2.87	0.05	0.00	0.06	0.000	0.00	0.00	0.00	0.49	100.04
3	J <sub>2</sub> L500	包体	96.14	3.12	0.03	0.00	0.01	0.000	0.00	0.00	0.00	0.63	99.93
4	SRL-2-2	包体	97.54	1.72	0.01	0.00	0.01	0.002	0.01	0.01	0.003	0.66	99.965
5	J <sub>2</sub> L32-2	裂隙	85.89	13.53	0.009	0.00	0.00	0.000	0.008	0.00	0.00	0.54	99.977
6	J <sub>2</sub> L210	裂隙	80.03	18.69	0.57	0.01	0.00	0.006	0.000	0.000	0.01	0.66	99.976
7	J <sub>2</sub> L115	裂隙	64.61	34.95	0.009	0.06	0.00	0.10	0.06	0.00	0.00	0.43	100.219
8	J <sub>2</sub> L32-1	裂隙	79.50	20.01	0.02	0.00	0.002	0.000	0.008	0.00	0.00	0.54	100.03
9	Au-1	粒间	95.61	2.88	0.11		0.10	0.06					98.76
10	Au-2	粒间	95.20	2.60	0.08		0.13	0.07					98.08

注: 1—8为武警黄金地质研究所探针室测定, 9—10为中国地质科学院矿床地质研究所探针室测定。

罗镇宽等在590m中段以上采的自然金的成色平均为840<sup>②</sup>, 稍低于笔者所提供的数据, 笔者采的样品在580m中段以下, 反映出金的成色随深度加深有增高的趋势。

从表1可以看出, 金的成色还与嵌布类型密切相关。包体金、粒间金的成色较高, 而裂

① 杨思学. 金的标型特征初步研究. 《全国金矿床矿床矿物学成因矿物学会议论文集》, 陕西地质矿产局, 1984.

② 罗镇宽等. 祁雨沟金矿金属矿物组合特征及其成因意义. 《中国金矿床成因矿物学和找矿矿物学论文集》, 1987.

隙金的成色较低。其原因可能是,裂隙金较包体金形成晚,温度降低。自然金X射线像(照片4、5、6)表明,非同生包体金的边缘有一个极窄的金含量降低带,这显然是热液不完全溶蚀交代的结果。

自然金中除Au、Ag外还普遍含有Fe、S、Cu、Ni、Bi、Zn、Te、Se、Mo、Pb含量低,不含Sb。自然金中所含Sb的量一般随矿床形成深度加大而减少(徐国凤,1982,浅成金矿床 $60 \times 10^{-6}$ — $400 \times 10^{-6}$ ,中深成金矿床 $30 \times 10^{-6}$ — $100 \times 10^{-6}$ ),本矿床为浅成一超浅成金矿床,不仅自然金中不含Sb,也没有发现含Sb的矿物。R. W. 博伊尔曾指出,当金矿中不存在锑矿物时,大部分锑赋存在黄铁矿、白铁矿、毒砂中,并指出黄铁矿含Sb一般为 $2 \times 10^{-6}$ — $100 \times 10^{-6}$ <sup>[4]</sup>,而本矿床不含白铁矿和毒砂,黄铁矿中仅含微量Sb( $0.12 \times 10^{-6}$ )。因此,自然金、黄铁矿几乎不含Sb、没有含锑矿物也是本类型矿床的标型特征。本矿床自然金中Bi含量较一般类型金矿床高,比俄罗斯远东的金矿(最高仅0.0054%)<sup>[5]</sup>高出1000倍。这与本矿床有自然铋出现及较一般金矿床富含铋硫酸盐、铋碲化物<sup>[6]</sup>相一致。从元素地球化学性质看,按As、Sb、Bi的顺序与Au的亲合性增强的关系,从硫型→铋型矿床,矿石中金品位升高,矿床规模增大<sup>①</sup>。自然金中微量元素相关分析表明,金与Bi呈正相关,相关系数为0.7624。因此,自然金及黄铁矿中铋含量高,出现自然铋、铋硫酸盐、铋碲化物,指示矿床品位高、规模大,因此Bi可作为找矿指示元素。对8个样品做了Mo含量分析,表明自然金中几乎不含钼,这与辉钼矿结晶较早、并出现于矿化角砾岩体下部的时空分布规律相适应。

#### 4 自然金的物理性质及结构特征

本矿床自然金具特征的金黄色,反射色为亮金黄色,随银含量增高颜色变浅。应用晒光电池法测得反射率为72。罗镇宽测定的不同波长下的反射率值<sup>②</sup>也与标准值相近。应用71型显微硬度仪测得显微硬度 $VHN_{10} = 30-50 \text{ kg/mm}^2$ 。罗镇宽对自然金做的X射线分析<sup>③</sup>表明,与标准自然金相比相应 $d$ 值稍偏低,这与罗镇宽所取样品成色偏低(平均为840)相一致。

#### 5 金的赋存状态

综上所述,矿石中金主要以独立矿物自然金和银金矿产出,并多以包体金的形式赋存于金属硫化物及蚀变矿物中。表2列出了主要载体矿物的金含量,表明金主要包裹在黄铁矿中。镜下观察统计也得出同样结论,金的包裹矿物——黄铁矿约占85%,石英、冰长石占10%,黄铜矿等占2—3%。

应用扫描电镜及透射电镜对一般镜下未见到金的少数绿钙(钠)闪石、冰长石及黄铁矿进行分析,未见有金的局部富集及次显微金( $< 0.0005 \text{ mm}$ )。电子探针微区分析也表明,同一矿物颗粒中的金含量极不均一。由此可见,金未进入矿物晶格。

① 陈光远。成因矿物学在金矿中的应用。《全国金矿床矿床矿物学成因矿物学会议论文集》,1984。

② 罗镇宽。祁雨沟矿金属矿物组合特征及成因意义。《中国金矿床成因矿物学和找矿矿物学论文集》,1987。

表2 单矿物中Au、Ag含量( $\times 10^{-6}$ )Table 2 Au and Ag contents of individual minerals ( $\times 10^{-6}$ )

矿物名称	黄铁矿	黄铜矿	方铅矿	石英	冰长石	绿钙(钠)闪石	绿帘石	钠长石
样品个数	20	2	1	5	2	2	1	1
Au	49.2	6.62	1.35	0.04	4.25	4.96	2.6	15.3
Ag	33.0	90.1	581.3	6.28	1.25	0.25	0.00	0.00

## 6 找矿意义

自然金颗粒粗大,以明金为主及主成矿期主要以 $\{111\}$ 和 $\{111\} + \{100\}$ 晶形出现均说明矿液中金的浓度高。推断矿床应具较大规模。祁雨沟矿区范围内除 $J_4$ 、 $J_2$ 外,紧邻的其余几个角砾岩体也应有一定远景。在 $J_6$ 含矿角砾岩体中所见自然金以 $\{111\}$ 为主,即证实了这一推断。对矿床蚀变特征及铋酸盐、铋碲化物的研究也得出同样的结论。

$\{111\}$ 、 $\{111\} + \{100\}$ 自形晶结晶于高浓度环境下,可指示富矿地段。自然金晶体形态的空间分带性与黄铁矿类似。综合二者,并结合蚀变及角砾岩成分的分带性,确定 $J_4$ 较 $J_2$ 剥蚀浅,深部远景大。因此,可应用此规律对外围角砾岩体的含矿性及远景进行评价。

矿床中自然金的Bi含量高,出现铋酸盐、铋碲化物、自然铋,可指示矿床品位高、规模较大,并可确定本矿床地球化学类型为铋型或碲铋型。因此,Bi可作为找矿及评价的指示元素。

本文得到陈光远教授的多方面指导,武警黄金地质研究所田澍章工程师、矿床所探针室陈克樵副研究员承担了测试工作,杨振东师傅精心磨制了光片,笔者一并表示衷心感谢。

### 参 考 文 献

- 1 栾文楼,刘海军,邵克忠.“祁雨沟式”金矿床围岩蚀变特征及其与矿化关系初探.河北地质学院学报,1988,11(4):1—11.
- 2 邵克忠,栾文楼,杨竹森.河南祁雨沟金矿床自然金 $\{110\}$ 自形晶的发现及其成矿意义.河北地质学院学报,1989,12(1):27—33.
- 3 邵克忠等.祁雨沟地区爆发角砾岩型金矿成矿地质条件及找矿方向研究.河北地质学院学报,1992,15(2):105—194.
- 4 R. W 博伊尔.金的地球化学及金矿床.马万钧等译.北京:地质出版社,1979.182—250.
- 5 栾世伟等.金矿床地质及找矿方法.成都:四川科学技术出版社,1987.2—40.
- 6 邵克忠,栾文楼.Bi-酸盐Bi-碲化物——祁雨沟爆发-坍塌角砾岩型金矿床成因及找矿标志.河北地质学院学报,1989,12(3):299—306.

## Typomorphic Characteristics of Native Gold from the Qiyugou Gold Deposit and Their Ore-prospecting Significance

Luan Wenlou, Shao Kezhong

(Hebei College of Geology, Shijiazhuang 050031)

**Key words:** native gold; typomorphic characteristic; gold deposit

### Abstract

The explosive-collapsed breccia gold ore deposit seems to be a major and representative one among the Qiyugou type gold deposits. The ore field is located at the southern margin of the North China platform. Gold mineralization was genetically related to the evolution of the Middle-Late Yanshanian calc-alkaline magma. The whole ore-forming process underwent vanward, major and late alteration-mineralization periods, with native gold being the predominant gold ore mineral.

This paper deals mainly with typomorphic characteristics of native gold. 2800 grains of native gold have been studied by the authors by means of naked eye, microscopy and electron microprobe analysis. In the light of the typomorphic characteristics so far established, it is presumed that the breccia type gold deposits under exploration may be considerable in scale, and that, besides the auriferous  $J_4$  and  $J_2$  breccia orebodies, the other breccia bodies in the Qiyugou ore field ought to have good prospects. The existence of gold crystals  $\{111\}$ ,  $\{111\} + \{100\}$ ,  $\{100\}$  may indicate rich gold mineralization areas. The denudation depth of the orebodies (auriferous breccia bodies) may be estimated with the help of the regular zoning pattern of the gold crystal forms in space. This special zoning may also be used to evaluate ore potential and prospects of all other breccia bodies on the outskirts. Moreover, the relatively high content of bismuth in native gold may be taken as an indicator for ore prospecting and evaluation.