

(18) 163 - 165

## 陕西驾鹿金矿床发现 40 种含氧金矿物

——地质产状、矿物组合与成因探讨<sup>†</sup>刘良<sup>1)</sup> 周新春<sup>2)</sup> 王焰<sup>1)</sup> 王世忠<sup>2)</sup>  
炎金才<sup>1)</sup> 杨建琨<sup>3)</sup> 王观礼<sup>2)</sup> 胡健民<sup>2)</sup>

P575

P618:510.4

(1)西北大学地质学系,710069,西安;2)武警黄金第十四支队,710100,陕西长安县;3)黄金指挥部,100012,北京;第一作者41岁,副教授)

**摘要** 显微结构分析表明,驾鹿金矿床发现的40种含氧金矿物主体与黄铁矿、碲金矿和石英共生,显然属于内生热液成因。依据金的地球化学行为,以及区内含氧金矿物富含Te(10%~20%左右)和含不等量Mn的成分特征,分析认为该矿床成矿元素(Au)主要是在硝酸及硫酸溶液中并有氧化剂MnO<sub>2</sub>存在的条件下迁移、富集成矿的。

**关键词** 驾鹿金矿床;含氧金矿物;矿物共生组合;地质产状

**分类号** P575.1

陕西省洛南县驾鹿金矿床发现的40种含氧金矿物的成分特征与初步分类和物性、X射线衍射及晶体结构初步分析,已经分别作过报道<sup>[1~2]</sup>。本文主要通过地质产状、矿物组合等特征,分析探讨这些含氧金矿物的成因及其地质意义。

## 1 矿床地质简况

驾鹿金矿床位于我国重要的黄金生产基地——小秦岭金矿带(田)南坡西侧,陕西省洛南县驾鹿乡驾鹿村境内。小秦岭金矿带地层以太古界太华群中基性火山—沉积建造的深变质岩系为主,主要岩性有斜长角闪岩、斜长片麻岩、黑云斜长片麻岩、混合岩、石英岩、变粒岩及大理岩等。区内岩浆岩以酸性为主,基性岩次之,主要有晚元古代的中粒黑云二长花岗岩和中生代的斑状黑云母花岗岩。脉岩中分布最广、数量最多的是伟晶岩类、辉绿岩脉及含金石英脉。

驾鹿金矿床赋存于小秦岭金矿带的南西端,大月坪—金罗斑复式背斜西部倾伏端的南翼,受东西向断裂控制。其含矿层位为太华群秦仓沟组,岩性有黑云斜长片麻岩、斜长角闪片麻岩、混合岩、角闪岩等。围岩蚀变主要为硅化、钾化、绢云母化、黄铁矿化及碳酸盐化。该区的铅同位素模式年龄3.2亿年~5.3亿年,表明金的成矿具多期性。现有研究表明:金在加里东期富集成矿,又经印支、燕山期多次叠加和改造形成工业矿床;金的成矿温度较高,石英的原生包体均一,温度350℃左右,属中温热液金矿床;金矿化的主要类型以变质热液为主,后期岩浆热液为辅的多期次、多成因含金硫化物—石英脉型金矿床。

## 2 矿物共生组合分析

驾鹿金矿床矿物组合复杂、种类繁多,主要贵金属矿物有自然金、银金矿、碲金矿、斜方碲金矿、碲金银矿、碲银矿和新发现的40种含氧金矿物;主要金属矿物有黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、磁黄铁矿、

<sup>†</sup> 陕西省教委科研基金和武警黄金指挥部专项基金资助课题

收稿日期:1997-05-10

辉铋矿、硫铜铅铋矿、碲铋矿、铬尖晶石、磁铁矿、斑铜矿、赤铁矿、白铅矿、自然碲、钛铁矿、金红石、褐铁矿、赤铁矿、白铅矿、铅矾、磷氯铅矿、铜蓝、孔雀石、黄铜矿、蓝辉铜矿、菱锌矿、磷钼矿、氟碳铈矿及新发现的碲铋铅矿和铬铋矿等;主要脉石矿物有石英、钾长石、斜长石、方解石、绢云母、绿泥石、绿帘石、黝帘石、斜黝帘石、重晶石、铁白云石、角闪石、黑云母等;副矿物有楣石、锆石、磷灰石、白钛矿等。

通过大量的光薄片观察,可见区内不同种类含氧金矿物的形态复杂、嵌布特征各异(图版 1,1~15)。从图版中可以看出,区内含氧金矿物普遍呈不规则粒状且被石英包裹(图版 1,1~4),有些与自然金呈文象状连生(图版 1,5),有的呈脉状分布于石英的微裂隙之中(图版 1,6,7),有些颗粒上见细粒及细脉状自然金析出(图版 1,8,9),含氧金矿物外围有自然金环带包绕(图版 1,3),说明自然金可能是含氧金矿物分解析出的产物。因此,推断含氧金矿物比自然金形成稍早或与自然金共生。其次普遍见含氧金矿物与褐铁矿接触界线平直(图版 1,8~10),但这些褐铁矿都保留了黄铁矿的假象,结合有些含氧金矿物与黄铁矿直接接触(图版 1,11,12)或嵌布于黄铁矿粒间(图版 1,12,13)或包裹黄铁矿(图版 1,9,14,黄铁矿已褐铁矿化)的现象,说明含氧金矿物与黄铁矿共生或比黄铁矿形成稍晚。另外,还见到了含氧金矿物与碲金矿相互穿插或平衡共生的现象(图版 1,15)。综合这些特征,可以认为驾鹿金矿床中的含氧金矿物主体应与黄铁矿、碲金矿和石英共生。

### 3 成因探讨及其意义

上述资料表明:驾鹿金矿床发现的含氧金矿物主体与黄铁矿、碲金矿和石英或自然金共生,显然,其形成原因主要应与热液作用有关;其次,区内含氧金矿物的成分普遍富含 Pb, Ag, Te 或含少量 Cu 或 As 等亲硫元素,以及含不等量 Mn, Ca, Fe 等亲铁元素或含少量 Co, Ni, Cr 等深源岩浆元素的特征,也支持它们属内生热液成因的认识。因此,目前有人提出含氧金矿物<sup>[3]</sup>(亦包括前苏联别斯麦特矿等<sup>[4]</sup>)系热液期后表生氧化产物的观点,至少是不全面的。

金在矿物中可有 3 种价态:零价、正一价( $Au^+$ )和正三价( $Au^{3+}$ )。零价态的金,如广泛产出的自然金及其金的金属互化物,是金在自然界存在的主要状态;离子状态的金( $Au^+$ ,  $Au^{3+}$ ),如金的铋化物、碲化物、碲化物,一般含量低微,且分布稀少;而金的氧化物是极其罕见的,迄今为止唯一被广泛认可的是前苏联加米亚宁等(1988)发现的氧铋金矿( $AuSbO_3$ )。因其与自然金、方铋金矿和辉铋矿等共生,被认为是在相当高的氧化还原电位(20 eV~40 eV)条件下内生热液成因的产物<sup>[5]</sup>。由此可见,我国驾鹿金矿床 40 种含氧金矿物以及我国东坪一些含氧金矿物的不断发现与研究,无疑具有重要的理论和实际意义。

另外,尽管在化学性质上金是最惰性的金属元素,但是在某些特定条件下也表现出一定的活动性。例如:卤素元素易与金反应形成卤素溶液(如在王水溶液中),在有空气的情况下,金易溶于碱金属氰化物溶液,少量地溶于碱金属硫化物溶液;在含有碲酸和硫酸或磷酸的溶液中当含有氧化剂(如  $MnO_2$ )时,金亦易被溶解。其次,在水溶液中, $Au^+$ 和  $Au^{3+}$ 能和  $Cl^-$ ,  $S^{2-}$ ,  $S_2O_3^{2-}$  等结合,形成具有较强活动性的易溶解络离子,如  $[AuCl_2]^-$ ,  $[AuCl_4]^-$ ,  $[AuS_2]^-$ ,  $[Au_2S_3]^{4-}$ ,  $[AuCl_3O]^{2-}$  和  $[Au(S_2O_3)_2]^{3-}$  等,能较长时间地保留在热水溶液中运移。这些性质,对金在自然界的赋存及活化迁移有着重要的影响,使金表现出双重特征:一方面具有稳定性,即主要呈自然元素矿物产出;另一方面在特殊条件下又表现出活动性,形成金的化合物或络合物。

基于上述理由,并考虑驾鹿含氧金矿物普遍含 Te(大部分在 10%~20%之间)和大部分含不等量 Mn 的成分特征,以及含氧金矿物与碲金矿和黄铁矿等矿物共生的基本事实,推测该矿床成矿元素(Au)主要是在碲酸及硫酸溶液中并有氧化剂  $MnO_2$  存在的情况下迁移、富集成矿的。这一认识,对探讨含氧金矿物作为主要含金工业矿物的驾鹿金矿床,以及小秦岭南坡一带同类金矿床的成因与成矿规律和地质勘探找矿有重要的参考价值。

本项目研究始终得到武警黄金指挥部蒋志、姜大明等有关领导的关心和支持,特此致谢。

### 参 考 文 献

- 1 周新春,刘良,王世忠等.陕西省驾鹿金矿床发现 40 种含氧金矿物——成分特征及其初步分类.西北大学学报(自然

科学版),1997,27(4):331~336

- 2 刘良,周新春,王世忠等.陕西驾鹿金矿床发现40种含氧金矿物——物性、X射线衍射及晶体结构初步分析.西北大学学报(自然科学版),1998,28(1):76~79
- 3 蔡长金.东坪金矿床中几种含氧金矿物的发现.黄金地质,1996,3:57~65
- 4 蔡长金.金矿物鉴定手册.北京:原子能出版社,1993
- 5 蔡长金,陈荣军,宋湘荣.中国金矿物志.北京:冶金工业出版社,1994

责任编辑 张银玲

## 40 Kinds of Oxygen-bearing Gold Minerals Discovered in Jialu Gold Mine, Shaanxi Province

— On Geological Occurrence, Mineral Assemblage and Genesis

Liu Liang<sup>1)</sup> Zhou Xinchun<sup>2)</sup> Wang Yan<sup>1)</sup> Wang Shizhong<sup>2)</sup>  
Yan Jincai<sup>1)</sup> Yang Jiankun<sup>3)</sup> Wang Guanli<sup>2)</sup> Hu Jianmin<sup>2)</sup>

(1)Department of Geology, Northwest University, 710069, Xi'an; 2)The 14 th Branch Team of Gold Exploration, 710100, Shaanxi Changan; 3)Gold Headquarters of MMI, 100012, Beijing)

**Abstract** The microstructure analyses for 40 kinds of oxygen-bearing gold minerals in Jialu gold mine indicate that they are closely associated with pyrite, calaverite and quartz, suggesting that the genesis is related to endogenetic hydrothermal process. From the geochemical behavior of gold, and the oxygen-bearing gold minerals enriched in Te (10%~20%±) and bearing minor Mn, it is considered that the gold of this mine is migrated and enriched in sulfate solution with MnO<sub>2</sub>.

**Key words** Jialu gold mine; oxygen-bearing gold mineral; mineral assemblage; genetic discussion

### 图版说明

#### 图版 1

- 1 被石英包裹的D类,L(1),L(2)种含氧金矿物.反射光,单偏光,1000×
- 2 被石英包裹的A(2)种含氧金矿物.反射光,单偏光,200×
- 3 被石英包裹的A(3)种含氧金矿物,其外环带为自然金Au.反射光,单偏光,1000×
- 4 J(1)种含氧金矿物嵌布于石英中.反射光,单偏光,500×
- 5 含氧金矿物(E,F,H类)与自然金呈文象状连生.反射光,单偏光,200×
- 6 含氧金矿物P类呈细脉状充填于石英微裂隙中.反射光,单偏光,200×
- 7 含氧金矿物N类呈细脉状充填于石英微裂隙中.反射光,单偏光,1000×
- 8 A(1)含氧金矿物与褐铁矿(Lm)接触界线平直,但显见褐铁矿是黄铁矿(Py)氧化的产物,A(1)右上亮点是析出的微粒及细脉状自然金.反射光,单偏光,1000×
- 9 B(2)种含氧金矿物与褐铁矿接触界线平直,但褐铁矿明显是黄铁矿氧化的产物,B(2)左上部及右下部有微粒及细脉状自然金析出,中部包裹有褐铁矿化的黄铁矿.反射光,单偏光,200×
- 10 含氧金矿物[A(1),B(2),B(6)]与褐铁矿接触界线平直.反射光,单偏光,200×
- 11 K类含氧金矿物与黄铁矿共生,黄铁矿部分已褐铁矿化.反射光,单偏光,500×
- 12 含氧金矿物(O类)与黄铁矿共生,或嵌布于黄铁矿与石英粒间.反射光,单偏光,1000×
- 13 含氧金矿物(O类)嵌布于黄铁矿粒间.反射光,单偏光,1000×
- 14 I类含氧金矿物分布在黄铁矿边缘,并包裹褐铁矿化的黄铁矿.反射光,单偏光,1000×
- 15 含氧金矿物[G(2)]与碲金矿(Cre)相互穿插或平衡共生.反射光,单偏光,500×