第 8 卷 第 4 期
2002 年 12 月

黄 金 地 质
GOLD GEOLOGY

Vol. 8 No. 4
Dec., 2002

内蒙古哈达门沟金矿成矿时代及成矿阶段研究

孟 伟[1], 陈小伍[2], 李蒙文[1]
(1. 武警黄金第二总队, 河北 廊坊 065000; 2. 武警黄金第二支队, 内蒙古 呼和浩特 010010)

摘要: 通过对哈达门沟金矿床不同地质体的同位素年龄测定, 野外观察各地质体之间的空间关系, 研究矿床中各种矿物的形成阶段、矿物之间的蚀变交代穿插关系、成矿物理化学条件的变化等, 确定矿床的形成时代为华力西晚期, 主成矿期可划分为金-石英-钾长石、金-多金属硫化物-石英、金-黄铁矿-石英、金-石英-碳酸岩 4 个阶段。

关键词: 金矿床; 同位素年龄; 成矿时代; 成矿阶段; 内蒙古
中图分类号: P618.51 **文献标识码**: A **文章编号**: 1006-558X (2002) 04-0013-05

哈达门沟金矿床位于内蒙古包头市西郊, 为一大型岩金矿床, 已于 1992—1994 年由武警黄金第二支队 (原第十一支队) 提交勘探储量 2.5×10^4 kg, 现为内蒙古最大的黄金矿山。笔者通过野外观察、对矿区同位素和流体包裹体的研究, 对矿床的形成时代、成矿阶段和矿床成因类型进行了探讨。

1 矿床地质概况

哈达门沟金矿床位于华北克拉通北缘西段。矿区出露地层主要为古元古界乌拉山群变质岩, 变质岩类型主要有片麻岩、麻粒岩、变粒岩、斜长角闪岩、大理岩和磁铁石英岩[1]。区内褶皱不太发育, 以层间褶曲为主, 断裂较发育, 与金矿化关系密切的断裂为近 EW 向展布的乌拉山山前大断裂、钾化破碎蚀变带及其派生的次级构造 (图 1)。岩浆岩主要有大桦背黑云钾长花岗岩 (γ_5^1) 和沙德盖钾长花岗岩 (γ_4^3); 矿区脉岩较为发育, 主要有伟晶岩脉、辉绿 (玢) 岩脉、闪长岩脉、花岗斑岩脉等。

含 Au 地质体呈脉状或似板状产出, 矿化较连续, 有分支复合、尖灭再现现象, 走向近 EW, 倾向 S, 倾角 45～85°, 矿体一般厚 1～3 m, 厚度变化系数 103.46 %。矿化类型分为含 Au 石英脉型、含 Au 石英—钾长石脉型和含 Au 蚀变岩型。自然金的赋存状态以包裹体金为主, 次为裂隙金和晶隙金。围岩蚀变主要有硅化、钾长石化、绿泥石化、绢云母化和碳酸盐化。成矿溶液以低盐度、低离子强度, 高活度为特点, 属 NaCl-KCl-$CaSO_4$-H_2O 体系。矿床的成因类型可简单概括为: 产于古元古界变中基性火山沉积岩中, 形成于中生代, 严格受构造控制, 以钾长石化为特征的交代蚀变岩型金矿床。

2 成矿时代的确定

2.1 矿脉与岩浆岩体和脉岩的关系

在距矿区北部 6～8 km 分布有沙德盖钾长花岗岩体, 其主岩体近似菱形, 总面积约

收稿日期: 2002-09-24。李莉编辑。
作者简介: 孟伟 (1957-), 男, 河北深县人, 武警黄金第二总队高级工程师, 硕士, 主要从事金矿地质勘查与研究。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

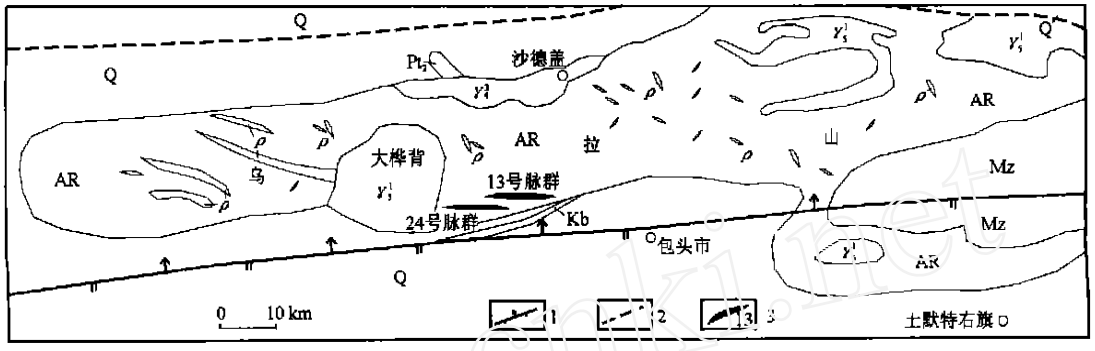


图 1 哈达门沟金矿地质略图

Q —第四系; AR —太古宇乌拉山群; Pt_2 —中元古界; Mz —中生界; γ_4^3 —钾长花岗岩; γ_5^1 —黑云钾长花岗岩; ρ —钾长花岗伟晶岩脉; Kb —钾长石化蚀变带; 1 —逆断层; 2 —推测断裂; 3 —矿脉群及编号

65 km^2, EW 向展布, 其同位素年龄值为 169.5 (K-Ar)、270 (U-Pb) Ma, 为华力西晚期的产物, 该岩体与矿脉距离较远。

在矿区西部产出的大桦背黑云钾长花岗岩体, 平面上呈近似等轴的圆形, 出露面积约 200 km^2, 同位素年龄值为 264.25 (K-Ar)、219.9 (K-Ar) 和 217 (U-Pb) Ma, 为印支期花岗岩。该岩体的东部边缘将 EW 向矿脉截断, 岩体边部见有矿体的捕虏体, 显然, 岩体的形成要晚于成矿。

在矿区中部可见 2 组辉绿 (玢) 岩脉 ($\beta\mu$)。一组走向 SN, 近于陡立, 局部略呈弧形, 长 500～3 000 m, K-Ar 法年龄值为 448.60、452.07 Ma; 另一组走向 NE, 倾角 70～80°, 局部呈舒缓波状, 长度大于 4 000 m, K-Ar 法年龄值为 310.75 Ma, 它将 SN 向基性脉岩错断, 断距达 80～100 m。区内矿脉均穿过这 2 组辉绿 (玢) 岩脉, 并使辉绿 (玢) 岩脉遭受较强烈的蚀变和矿化。

另外, 矿区内广泛分布花岗伟晶岩脉, 在与矿体接触处多遭受矿化蚀变或被矿脉切穿, 在矿体中可见其残留体或角砾。据此推断, 花岗伟晶岩的形成应早于金矿成矿。

2.2 同位素年龄

区内不同地质体同位素年龄见表 1。

大桦背岩体和沙德盖岩体 (1、4 号样品) 的 U-Pb 法年龄值分别为 217 和 270 Ma,

表 1 同位素年龄测定结果

序号	地质体	对象	方法	年龄/Ma	资料来源
1	大桦背花岗岩	锆石	U-Pb	217	[2]
2		全岩	K-Ar	219.9	[2]
3		钾长石	K-Ar	264.25	[3]
4	沙德盖花岗岩	锆石	U-Pb	270	[1]
5		全岩	K-Ar	169.5	[2]
6	早期辉绿玢岩	全岩	K-Ar	448.6	[2]
7				452.07	[3]
8	晚期辉绿玢岩	全岩	K-Ar	310.75	[3]
9	13 号金矿脉	全岩	K-Ar	139.08	[3]
10		全岩		239.23	[4]
11		绢云母		276.1	[2]
12	伟晶岩脉	钾长石	K-Ar	566.6	[2]
13				599.4	

一般认为利用 U-Pb 法测定的年龄值要比 K-Ar 法可靠[5], 而且 2 号样品的年龄值 219.9 Ma (K-Ar) 与 1 号的又非常接近, 故这 2 个岩体的形成时代分别为印支和华力西晚期。

12、13 号样品采自钾长花岗伟晶岩脉, 其 K-Ar 法年龄值很接近, 分别为 566.6 和 599.4 Ma, 可以认为是比较可靠的, 代表了这一期脉岩的形成时代。6、7 号样品采自早期 SN 向辉绿玢岩脉, 分别由不同单位采集和测定, 年龄值基本一致 (448.60 和 452.07 Ma); 8 号样品为晚期 NE 向辉绿玢岩脉, K-Ar 法年龄值为 310.25 Ma, 据此可以确定基性脉岩为加里东中期的侵入体。

9、10、11 号样品均采自 13 号金矿脉, 其中 9、10 号采自含 Au 石英 —钾长石脉,

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

11 号采自黄铁绢英岩化蚀变带，样品的 K-Ar 法年龄值跨度较大，139.08～276.10 Ma。9 号样品的年龄值（139.08 Ma）偏小，可能是受本区印支—燕山期构造-岩浆活动的扰动，发生了 Ar 丢失所致。

2.3　成矿时代

钾长花岗伟晶岩脉在靠近矿体处均遭受蚀变与矿化，有时在矿体中成为团块状伟晶岩残留体，2 期辉绿玢岩脉均被 13 号金矿脉切穿或受到矿化。显然，矿脉的形成晚于上述脉岩，其下限为 310 Ma；迄今尚未发现本区金矿化受印支期岩浆活动（大桦背黑云钾长花岗岩）控制的有力证据，而在岩体边部见到花岗岩将含Au矿脉截断或“吃掉”的现象，故可以推断，成矿应早于大桦背黑云钾长花岗岩的形成时代，其上限为220Ma。

根据上述分析，可以认为 10、11 号样品的年龄值（表 1）239 和 276 Ma 代表了本区金矿化的时间，即哈达门沟金矿形成于华力西晚期。另外，从成矿早期与晚期的控矿构造性质和物理化学条件差别明显等特征分析，矿床成矿具有多期、多阶段的特点，金矿化经历了较漫长的时间。

3　成矿阶段

哈达门沟金矿床成矿物质来源于上地壳，含 Au 流体沿张性断裂上升沉淀[6]。根据矿床中各种矿物的形成时代、矿物之间的蚀变交代及穿插关系、成矿物理化学条件的变化等可将本区主成矿期划分为以下 4 个成矿阶段，不同阶段物理化学条件和主要地质特征概括于表 2[2]。

3.1　金-石英-钾长石阶段（Ⅰ）

以广泛发育钾微斜长石交代或钾微斜长石呈脉状充填为特征。富含 Cl^-、K^+、Na^+ 的热液沿剪切片理化带对围岩进行交代，带出 Al_2O_3、Na_2O、MgO 等组分，带入 K_2O、CaO、SiO_2 等组分，使变质岩变为钾化蚀变岩。钾微斜长石呈中细粒他形晶，砖红—褐红色；石英多呈微晶状、蠕虫状或文象状产于钾长石中；黄铁矿呈淡黄色，半自形—他形微细粒晶，晶形多为立方体 {100}，呈稀疏或稠密浸染状和细脉状；镜铁矿呈网脉状或细脉状分布于钾长石中，方解石则以混染状碳酸盐化赋存于钾长石蚀变岩中。

此阶段的流体成分、盐度、矿化度、离

表 2　哈达门沟金矿各成矿阶段地质特征及物理化学条件

特　征	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
容矿构造性质	压　扭　性	张　扭　性	剪切、张扭性	压扭性
矿物组合	钾长石＋石英＋黄铁矿、钾长石＋绢云母＋绿泥石＋方解石＋黄铁矿、钾长石＋镜铁矿(＋黄铁矿)	石英＋黄铁矿＋辉铜矿＋闪锌矿、石英＋黄铁矿＋黄铜矿＋方铅矿、石英＋绢云母＋绿泥石＋黄铁矿	石英＋黄铁矿＋绢云母＋方解石、石英＋绢云母＋绿泥石＋铁白云石	石英＋方解石(＋铁白云石)
石英产状	显微晶状、蠕虫状或文象状	宽大脉状	细脉状、网脉状	细脉状
成矿温度/℃	285.8～342.2	259.2～326.4	172.7～227.7	151.9～195.1
成矿压力/10^5Pa	455	398～436	447	
$\lg f_{O_2}$	-37.50	-36.65	-35.35	-36.20
$\lg f_{CO_2}$	0.75	1.02	1.29	1.20
$\lg f_{H_2}$	0.45	0.40	0.71	0.87
pH 值	7.20	6.35	5.33	5.30
Eh 值	-0.55	-0.78	-0.57	-0.49
盐度/%	2.20	1.58	3.38	1.23
矿化度/g·l^{-1}	50.48	65.82	47.20	47.42
离子强度/mol·kg^{-1}	0.78	1.13	0.85	1.07

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

子强度表明，介质呈碱性弱还原性质，初期温度为 340～415 ℃，是钾微斜长石的主要晶出期，晚期为 318～374 ℃，是石英(Q Ⅰ)分异熔离期[6]。

矿物包裹体研究及石英红外光谱分析表明，溶液中有机质含量较高，Au 离子从溶液中被还原出来形成自然金，沉淀于钾长石或黄铁矿中，是本区次要金矿化阶段。

3.2 金-多金属硫化物-石英阶段（Ⅱ）

以宽大的乳白色石英(Q Ⅱ)脉沿钾长石化蚀变岩或钾长石脉中部的张性断裂或裂隙充填形成石英脉或含 Au 石英—钾长石脉为特征，石英脉中常含有变质岩或早期钾化蚀变岩的张性角砾，局部发现压扭性角砾。这一阶段形成的矿物种类较简单（表 2）。另外，一部分 Au 的碲化物如碲金矿、针碲金银矿也形成于这一阶段。石英呈中粗粒镶嵌状他形晶，具碎裂结构和波状消光，表明石英脉遭受过后期应力作用。黄铁矿呈淡黄色—银白色，自形—半自形—他形、中粗—中细粒结构，部分黄铁矿粒径可达 5～10 mm，晶形为八面体{111}及其聚形{111}+{hh1}、{111}+{210}+{321}等，在石英脉中呈团块状和稠密浸染状产出。

这一阶段成矿流体亦为弱碱性还原性质，还原参数为 0.10～0.60。石英中含有较多的 $L+L_{CO_2}+V$ 包裹体和 NaCl、KCl 子晶，表明这一阶段溶液中 CO_2 含量和盐度均较高，而且溶液还含有一定量的有机质。流体成分分析和热力学计算表明，Ⅰ、Ⅱ成矿阶段成矿物理化学条件比较接近，可以笼统地称为成矿早期。稳定同位素资料显示，该期成矿热液主要来自于地层中富含活性组分的变质水，部分为沿深断裂上升的下地壳或幔源的热流体。随着 Si、Fe、Cu、Zn、Pb 等组分在断裂中结晶、充填就位，部分 Au 离子从配合物中分离出来形成自然金；部分 Au 离子与碲形成碲化物并被包裹于金属硫化物中。成矿温度为 259～326 ℃，成矿压力为 398×10^5～436×10^5 Pa，低于其他阶段的压力，第二世代石英中的沸腾包裹体也证明此阶段发生过降压。是本区的主要金矿化阶段。

3.3 金-黄铁矿-石英阶段（Ⅲ）

以含细粒浸染状或细脉状黄铁矿的烟灰色石英出现为特征，石英(Q Ⅲ)呈细脉状、网脉状沿剪切作用形成的小型断裂和微裂隙充填或对早期矿脉和围岩进行交代，有时可形成弥漫状硅化。本区的黄铁绢英岩化主要发生在这一阶段。石英呈烟灰或深灰色他形粒晶，常见波状消光、毕姆纹等应力作用结果，黄铁矿呈微细粒浸染状或细脉状，方解石多呈脉状穿插于矿体中。

这一阶段成矿热液中 Cl^- 含量有所降低，SO_4^{2-} 明显增加，K^+ 略有降低。笔者把Ⅲ、Ⅳ阶段称为成矿晚期，该期的物理化学条件与早期相比，pH 和 Eh 值进一步降低(pH = 4.9～5.6，Eh = -34.5～-36.8)，为弱酸性—弱碱性的还原环境，CO_2 逸度亦较高($\lg f_{CO_2}>1$)，Ⅲ阶段的盐度较高，而Ⅳ阶段的盐度则很低。稳定同位素资料显示，成矿晚期热液的来源仍以变质水为主，但也有部分大气降水进入热液循环系统参与成矿，说明晚期的控矿构造环境是相对开放的。

在这一阶段中由于成矿晚期构造-热事件的叠加，使先期形成的矿脉由于变形改造作用而产生各种剪切、碎裂现象，并使物质发生活化和重结晶，晚期成矿热液沿各种构造薄弱面上升，金矿化得到进一步加强，此阶段的成矿温度为 172.7～227.7 ℃，是最主要的金成矿阶段。

3.4 金-石英-碳酸岩阶段（Ⅳ）

为本区热液作用的最后阶段，以出现团块状和不规则脉状方解石及自形晶石英为特征，石英和碳酸岩脉常常切穿前 3 个成矿阶段的产物，金属矿物很少，溶液盐度较低，温度为 152～195 ℃。金矿化强度较弱，没

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

有形成单独的工业矿体，只在局部叠加于前期形成的矿体之上。

另外，在热液成矿期后，随着地壳的抬升和剥蚀，矿体由深部上升到近地表，富 O 和 CO_2 的大气降水对矿体进行了氧化淋滤，其结果是使金属硫化物变为金属氧化物并生成一些碳酸盐矿物，地表和近地表处的金在较强烈的淋滤作用下进入溶液中向下迁移，表现为地表矿体出现贫化，而在次生富集带金发生次生加大、粒度变粗。

通过上述分析，可确定哈达门沟金矿床的成矿时代为华力西晚期，主成矿期可划分为 4 个成矿阶段，矿床经历了多阶段成矿作用，具有继承性和叠加成矿的特点。

参考文献：

[1] 甘盛飞. 内蒙古大青山太古宙麻粒岩带的变质构造演化及金矿成矿 [M]. 辽宁 沈阳：辽宁科学技术出版社，1992.

[2] 孟伟，王金龙. 内蒙古包头市哈达门沟金矿床地质特征研究 [R]. 内蒙古 呼和浩特：武警黄金第二支队，1992.

[3] 关连绪，李杰美，蔡尚波，等. 内蒙古乌拉山地区岩金成矿地质条件及找矿预测 [R]. 河北 廊坊：武警黄金地质研究所，1991.

[4] 吴尚全，张甫，刘纲，等. 内蒙古自治区哈达门沟伟晶岩金矿地质 [M]. 北京：地震出版社，1995.

[5] 蒋少涌. 我国金矿床同位素地质研究的新进展 [J]. 矿床地质，1988，7 (2)：55-59.

[6] 卫万顺，张宇辉，卿敏，等. 中国北方碱性岩型金矿床成因模式研究 [J]. 黄金地质，2001，7 (1)：55-62.

Study on metallogenic epoch and metallogenic stages of the Hadamengou gold deposit, Inner Mongolia

MENG Wei[1], CHEN Xiao-wu[2], LI Meng-wen[1]

(1. *No.* 2 *Gold Geological General Party of CAPF, Langfang, Hebei* 065000, *China*; 2. *No.* 2 *Gold Geological Party of CAPF, Huhehot, Inner Mongolia* 010010, *China*)

Abstract: Based on the isotopic age determination and the field observation of the spatial relationship of the different geological bodies in Hadamengou gold deposit, the minerals forming stages, and relationships among alteration, replacement and penetration in minerals, and some physical-chemical conditions changes of mineralization are studied, it is found that the forming time of the deposit was at late-Variscan, and the major metallogenic epoch was divided into 4 stages: gold-quartz-potash feldspar, gold-multimetal sulfide-quartz, gold-phyrite-quartz and gold-quartz-carbonatite stage.

Key words: gold deposit; isotopic age determination; metallogenic epoch; metallogenic stages; Inner Mongolia

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net