第 19 卷 第 4 期 铀 矿 地 质 Vol. 19 No. 4
2003 年 7 月 Uranium Geology Jul. 2003

# 山西堡子湾金矿床地质地球化学特征

吴保全

(中国冶金总局第三地质勘查研究院物勘院，山西 临汾 041000)

[摘要] 山西堡子湾金矿床位于华北地台北缘，是以金为主伴生银铜多金属的中型金矿床。赋存地层为太古界集宁群。燕山期岩浆活动形成的石英二长岩及有关的隐爆角砾岩与成矿关系密切。围岩蚀变分布于角砾岩体内，主要为绢云母化、高岭石化、碳酸盐化和硅化。石英二长岩的稀土分布型式和岩石地球化学特征，说明其为重熔型岩浆侵入所形成。矿体中石英的氧同位素 $\delta^{18}O$ 值接近花岗岩类范围；矿床中硫化物的 $\delta^{34}S$ 值范围为 - 3.2‰～ - 1.2‰，接近陨石硫。堡子湾金矿的成矿物质来源于岩浆，成矿作用与燕山期岩浆期后热液活动以及隐爆作用和流体作用有关。

[关键词] 燕山期岩浆活动；隐爆角砾岩；堡子湾金矿

[文章编号] 1000-0658 (2003)04-0220-05 [中图分类号] P618.51 [文献标识码] A

## 1 区域地质背景

堡子湾金矿床位于华北地台北缘，内蒙地轴天镇断拱的阳高凸起。区域内出露的地层主要为太古界集宁群，局部有中生界侏罗系、白垩系、新生界第三系和第四系。

区内岩浆岩比较发育，有超基性岩、基性岩、中性岩和酸性岩，产状有岩基、岩株、岩脉。岩浆岩侵入旋回从老到新有前五台旋回、五台旋回、吕梁旋回、海西期末-印支旋回、喜山旋回。海西-印支、喜山旋回的岩浆活动与金矿成矿关系密切。

区内构造活动频繁复杂，结晶基底以褶皱为主，形成一系列北东向褶曲，海西期末-印支期以东西向断裂构造为主，燕山期以网格状断裂为特征。

## 2 矿区地质特征

堡子湾金矿床位于阳高山前破碎带二级构造大吴窑-胡窑张扭性断裂带西段，矿体产于海西期末-印支期隐爆角砾岩体内，出露地层主要为太古界集宁群（图 1）[1]。

### 2.1 地层

矿区除第四系为松散堆积物、第三系为红土层零星分布外，其余为太古界集宁群。

太古界集宁群岩性为紫苏斜长片麻岩、透辉紫苏麻粒岩、紫苏黑云斜长片麻岩。原岩为拉斑玄武岩、中酸性火山岩、火山碎屑岩、凝

[收稿日期] 2002-08-19

[作者简介] 吴保全（1962 - ），男，工程师，1985 年毕业于桂林冶金地质学院地球化学及勘查专业。

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

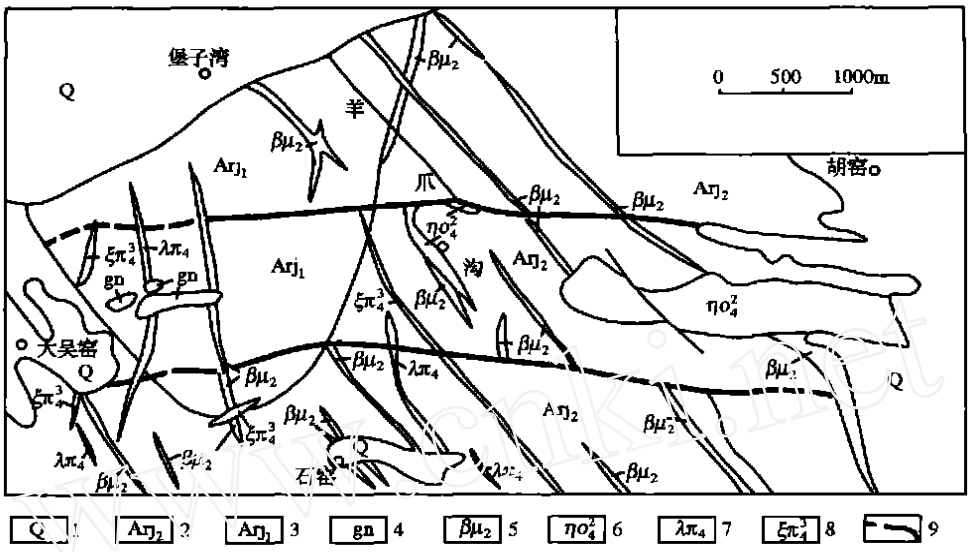


**图 1　阳高县堡子湾金矿区地质略图**

Fig. 1　Sketch geologic map of Baoziwan gold deposit, Yanggao county, Shanxi

1 ——冲积层；2 ——集宁群右所堡组上段；3 ——集宁群大吴窑沟组；4 ——隐爆角砾岩；5 ——辉绿岩；6 ——石英二长岩；7 ——石英斑岩；8 ——石英二长斑岩；9 ——断裂。

灰岩。以透镜状磁铁石英岩为界分为右所堡组上段和大石窑沟组。

右所堡组上段（$Arj_1$）分布广泛，西起大吴窑，东至羊爪沟，平面上成倒三角形，分布区西部产状 NW230°～240°∠70°，东部产状为 NE100°～110°∠60°～75°，构成一小背斜。岩性主要为紫苏斜长麻粒岩夹紫苏黑云斜长片麻岩，东部羊爪沟有一层 0.5～2 m 厚的磁铁石英岩与上覆地层为界。

大吴窑沟组（$Arj_2$）在东部和南部边缘出露。以灰-浅灰色、中粗粒、厚层状含紫苏斜长麻粒岩及透辉紫苏斜长麻粒岩和黑云斜长片麻岩为主，夹透辉斜长麻粒岩薄层。

## 2.2　构造

本区以断裂为主，褶皱次之。

褶皱：矿区位于大南凹向斜北部转折端的次级背斜，褶皱轴走向 NE 5°，总体走向近南北。

断裂构造：（1）大吴窑-胡窑张扭性断裂带：属于阳高山前破碎带的二级构造，是矿区范围内最大的断裂，西起大吴窑，东至胡窑，长达 6800 m，宽 800～1200 m，由两条张扭性断裂组成。该断裂带严格控制了海西期末-印支期岩浆活动和次火山作用的范围。该断裂带切割了数条吕梁期变辉绿岩脉和五台期花岗伟晶岩脉，并被燕山期北西、北东向的断裂所切穿，是本区主要的控岩、导矿构造。

（2）长城-张小村正断层：东至张小村，沿黄水河南岸分布。局部地段（堡子湾村南）由多条平行正断层组成，与阳高山前破碎带构成小型地堑。

（3）北西向断裂：分为两期，早期规模大，被变辉绿岩所充填，属成矿前构造。晚期形成于燕山期，规模相对较小，错距不大，属成矿后构造。

（4）北东向断裂：形成于燕山期，为成矿后构造，主要发育于羊爪沟及勘探区东部，为逆断层，切穿角砾岩体和金矿体。

## 2.3　岩浆岩

海西期末-印支期中酸性岩浆活动十分频繁，其形成的侵入体为矿区岩浆岩的主体，其

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

次为吕梁期变辉绿岩和五台期花岗伟晶岩。

### 2.4 隐爆角砾岩体

隐爆角砾岩严格受大吴窑-胡窑张扭性断裂带控制，围岩为太古界集宁群。从西往东依次为大吴窑、大岔沟、堡子湾、羊爪沟角砾岩体，堡子湾隐爆角砾岩体是其中最大的一个。该隐爆角砾岩位于堡子湾村SW200°方向，水平距离1.5 km。西起大岔沟，东至小南沟，隐爆角砾岩体与金矿化关系密切。

### 2.5 围岩蚀变

矿区内围岩蚀变普遍，主要分布在角砾岩体内，有绢云母化、(水)白云母化、高岭土化、碳酸盐化、硅化，平面上无明显分带，剖面上一般顶部为绢云母化、(水)白云母化、高岭土化，深部为硅化、碳酸盐化、钾化。

### 2.6 金矿床特征

金矿床产于堡子湾隐爆角砾岩体中，矿带长800 m，宽30～100 m，延深410 m，由3个矿体组成，从南到北依次为2号、1号、3号矿体。其中1号矿体为主矿体，产于隐爆角砾岩体中部，2、3号矿体为从属矿体，平行产出于1号矿体的下盘和上盘。1号矿体由4个分支矿体构成，矿体在平面上呈复杂脉状、透镜状，具有膨胀收缩、分支复合、尖灭再现的规律；剖面上呈透镜状，下部呈脉状，有尖灭侧现规律[2]。

矿石结构类型有：交代结构、交代残余结构、包含结构和固溶体分离结构。

矿石构造有角砾状构造、浸染状构造、细脉状构造、网脉状构造、蜂窝状构造、团块状构造和块状构造等。

## 3 矿床地球化学特征

### 3.1 岩石地球化学特征

石英二长斑岩受大吴窑-胡窑张扭性断裂带控制，呈复杂的岩枝、岩脉状，第二阶段呈岩脉侵入隐爆角砾岩体内。据岩石分析测试结果，堡子湾石英二长斑岩$SiO_2$含量偏高，$K_2O > Na_2O$；胡窑岩体与一般中、酸性岩的平均含量比较，Cu、Pb、Zn、Mo略高，其它元素含量基本在正常范围内。

### 3.2 稀土元素分布特征

与金矿体稀土元素含量和陨石标准化模式最接近的岩体是隐爆角砾岩和二长岩、石英二长斑岩（表1）。石英二长岩的若干地球化学特征说明其为重熔型岩浆侵入而形成。

表1 堡子湾金矿床岩石稀土元素含量表（$\times 10^{-6}$）

Table 1 Content of REE at Baoziwan gold deposit（$\times 10^{-6}$）

| 岩石名称 | La | Ce | Pr | Nd | Sm | Eu | Gd | Tb |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 隐爆角砾岩 | 43.2 | 75.6 | 6.67 | 28.0 | 4.42 | 1.00 | 2.95 | 0.37 |
| 石英二长岩 | 27.9 | 54.1 | 5.19 | 22.7 | 3.47 | 0.79 | 2.34 | 0.40 |
| 二长斑岩 | 20.8 | 42.9 | 4.90 | 24.9 | 5.73 | 1.59 | 9.01 | 1.57 |
| 羊爪沟石英二长岩 | 40.2 | 72.4 | 6.13 | 25.7 | 3.96 | 0.80 | 2.09 | 0.30 |
| 岩石名称 | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu | Y | ΣREE |
| 隐爆角砾岩 | 2.08 | 0.37 | 1.04 | 0.14 | 0.92 | 0.16 | 10.0 | 176.92 |
| 石英二长岩 | 1.7 | 0.36 | 0.97 | 0.14 | 0.88 | 0.10 | 8.94 | 129.94 |
| 二长斑岩 | 10.4 | 2.21 | 5.84 | 0.82 | 5.28 | 0.49 | 54.5 | 191.74 |
| 羊爪沟石英二长岩 | 1.76 | 0.35 | 1.97 | 0.14 | 0.98 | 0.13 | 9.36 | 164.18 |

### 3.3 氢氧同位素

据矿体中4个样品的氢氧同位素分析结果（表2），$\delta^{18}O$为10‰～14.9‰，极差为2.9‰，$\delta D$为-64‰～-90‰，极差为-26‰。与泰勒确定的岩浆岩氢氧同位素成份进行对比，本区$\delta^{18}O$更接近花岗岩类的范围。

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

### 3.4　硫同位素特征

据 30 个硫化物样品（黄铁矿 23 个，黄铜矿 2 个，方铅矿 2 个，闪锌矿 3 个）的稳定硫同位素测定结果（表 3），$\delta^{34}S$ 在 -3.2‰～1.5‰之间，极差为 4.7‰，变化幅度小，接近陨石硫。

以上特征说明，矿源中硫为内生来源，并源于岩浆成因的隐爆角砾岩，成矿作用与深源岩浆活动有关。

隐爆角砾岩化学组份含量特征值：$Al_2O_3/(Na_2O + K_2O + CaO) > 1.1$，说明成矿物质来自于壳源。

表 2　堡子湾金矿矿脉氢氧同位素特征表

Table 2　Characteristics of hydrogen and oxygen isotopes of ore vein at Baoziwan gold deposit

| 样品号 | 测定矿物 | 矿物形成温度（℃） | $\delta^{18}O$（‰） | $\delta D$（‰） |
|---|---|---|---|---|
| T9207 | 石英 | 175 | 12.9 | -90 |
| T9132-1 | 石英 | 203 | 10.0 | -66 |
| T9152-2 | 石英 | 188 | 14.9 | -73 |
| T9133-1 | 石英 | 201 | 13.0 | -64 |

表 3　堡子湾金矿体硫同位素特征表

Table 3　Characteristics of sulfur isotope of gold ore bodies at Baoziwan gold deposit

| 样品号 | 采样位置 | 测定矿物 | $\delta^{34}S$（‰） |
|---|---|---|---|
| T9202 | 原生矿体 | 黄铁矿 | -0.4 |
| T9206 | 原生矿体 | 黄铁矿 | 0.6 |
| T073-1-2 | 原生矿体 | 黄铁矿 | 1.1 |
| T9210 | 原生矿体 | 黄铁矿 | -0.6 |
| T9211 | 矿化体 | 黄铁矿 | 0.1 |
| T9217 | 氧化体 | 黄铁矿 | -1.1 |
| T9220 | 氧化体 | 黄铁矿 | 0.1 |
| T9221 | 矿化体 | 黄铁矿 | 0.5 |
| T9223 | 矿化体 | 黄铁矿、闪锌矿 | -0.2～-1.3 |
| T131-2 | 原生矿体 | 黄铁矿、方铅矿 | 0.7～0.0 |
| T076-1-1 | 原生矿体 | 黄铜矿 | 0.1 |
| T132-2-1 | 原生矿体 | 黄铁矿、方铅矿 | 0.9～1.5 |
| T132-2 | 原生矿体 | 闪锌矿 | — |
| T132-1-2 | 原生矿体 | 闪锌矿 | 0.8 |
| T132-3 | 原生矿体 | 黄铁矿 | 0.1 |
| T153-1-2 | 原生矿体 | 黄铁矿 | -3.2 |
| R-7-1 | 原生矿体 | 黄铁矿 | 0.3 |
| R172-3 | 原生矿体 | 黄铁矿 | — |
| R172-2 | 原生矿体 | 黄铁矿 | -1.8 |
| T152-1 | 原生矿体 | 黄铁矿、黄铜矿 | 0.1～3.1 |
| T153-1-1 | 原生矿体 | 黄铁矿 | 0.2 |
| T155-3 | 原生矿体 | 黄铁矿 | 0.4 |
| T155-2 | 原生矿体 | 黄铁矿 | 1.2 |
| T152-5 | 原生矿体 | 黄铁矿 | -0.6 |
| R172-1 | 原生矿体 | 黄铁矿 | -0.5 |
| R133-2 | 原生矿体 | 黄铁矿 | -0.6 |

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

## 4 结论

堡子湾金矿床成矿作用与石英二长岩、石英二长斑岩、隐爆角砾岩等在时空上紧密伴生，金矿体稀土元素和陨石标准化模式与石英二长岩、石英二长斑岩和隐爆角砾岩接近，矿体氢氧同位素组成和硫同位素特征均显示其岩浆成因。综上所述，堡子湾金矿的成矿物质来源于岩浆，成矿作用与岩浆期后热液活动及隐爆作用和流体作用有关。

[参考文献]

[1] 张宝林，韩金良，高浩中，丁汝福，等. 山西堡子湾金矿区成矿流体场特征与隐伏矿定位预测[J]. 地质地球化学，2000.

[2] 韩金良. 山西省堡子湾金矿角砾岩带控矿规律、成矿时代及隐伏矿体定位预测[D]. 中国科学院地质与地球物理研究所，2000.

# Geological and geochemical features of Baoziwan gold deposit, Shanxi

WU Bao-quan

*(Shanxi Institute of Geological Exploration, China Exploration and Engineering Bureau, Linfen 041000, China)*

**Abstract:** Boaziwan middle-sized gold deposit, Shanxi is situated at the northern edge of the North China Platform, and is hosted in Jining Group, Archean. Silver and cooper are main useful metals associated with gold in the deposit. Gold mineralization is closely associated with Mesozoic quartz monzonite porphyry and related cryptoexplosive breccia. Wall-rock alteration occurs in breccia including sericitization, kaolinization, carbonation and silicification. REE distribution pattern and lithogeochemistry indicate that the quartz monzonite porphyry is an intrusion of anatectic magma. The ores also show the oxygen isotopic composition of quartz similar to that of granitoids and sulfur isotopic composition similar to that of meteoric sulphur. The study suggests a magmatic source of ore-forming elements, and close relationship of ore-formation process to hydrothermal and cryptoexplosive event of post-yanshanian magmatic activity.

**Key words:** Yanshanian magmatic activity; cryptoexplosive breccia; Baoziwan gold deposit

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