

# 宝盖沟锡矿——黑英岩钠长岩型高温热液矿床

王国政

(华北地质勘查局综合普查大队, 燕郊 065201)

[摘要] 宝盖沟锡矿分布在复式岩体内, 脉状矿体受北西向蚀变破碎带控制, 矿化蚀变具明显的分带性, 主要矿石类型有黑英岩型和钠长岩型, 矿床成因属燕山早期晚阶段与钾长花岗岩有关的高温热液矿床。

[关键词] 黑英岩钠长岩型 锡矿床 宝盖沟 大兴安岭南段

[中图分类号] P618.44 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2002)02-0042-04

## 1 成矿地质背景

### 1.1 地质概况

宝盖沟锡矿在内蒙古林西县境内, 地理坐标: 东经 118°00'40", 北纬 44°02'29"。大地构造位置属南兴安岭晚华力西地槽褶皱带黄岗—甘珠尔庙复背斜南西段核部。矿床位于黄岗—甘珠尔庙锡多金属成矿带南西段之黄岗—林西锡多金属矿化集中区。二叠系是区带断隆区的重要组成部分, 主要由早二叠世海相火山—沉积建造和晚二叠世陆相碎屑沉积建造组成。侏罗纪强烈的构造岩浆活动, 区域上出现了一系列北东向相间排列的断隆和断陷带, 在其边缘部位偏隆起带一侧, 二叠系地层中形成丰富的锡多金属矿产。断隆带核部中深成酸性侵入体广泛分布, 而成矿岩体顶部及接触带附近伴有高温热液锡矿产出。宝盖沟锡矿即分布于断隆带复式岩体之朝阳沟钾长花岗岩体北西向密集断裂组成的蚀变破碎带中(图1)。

### 1.2 地球物理和地球化学异常特征

航磁反映岩体由南西部具微弱磁性而北东部无磁性的复式岩基。矿体引起航磁弱异常与岩体异常相互叠加, 地面磁测可加以区分。水系沉积物异常显示朝阳沟岩体为含锡花岗岩, 异常组合自岩体中心向边部由 Sn、W 等亲石元素向 Pb、Zn 等亲硫元素过渡, 并出现 Pb、Zn、Ag 组合异常, 呈线形或环形分布。

### 1.3 花岗岩与成矿关系

矿区花岗岩体由华力西晚期西耳子花岗闪长岩

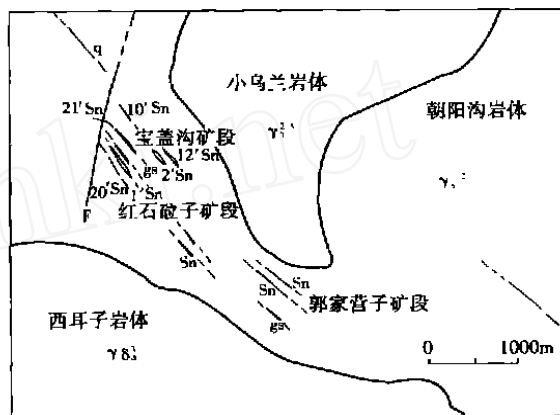


图1 宝盖沟锡矿区地质略图

$\gamma_5^{2-3}$ —燕山早期斑状钾长花岗岩;  $\gamma_5^{2-2}$ —燕山早期中粒钾长花岗岩;  $\gamma_8^3$ —华力西晚期花岗闪长岩;  $gs$ —云英岩

脉;  $q$ —石英脉;  $Sn$ —锡矿脉;  $F$ —断层

体( $\gamma_8^3$ )、燕山早期朝阳沟中粒钾长花岗岩体( $\gamma_5^{2-2}$ )和小乌兰斑状钾长花岗岩体( $\gamma_5^{2-3}$ )组成。花岗闪长岩出露于矿区南部, 中粒钾长花岗岩、斑状钾长花岗岩是含锡岩体, 系同一岩浆源不同阶段的产物, 斑状钾长花岗岩体与成矿更加密切。

中粒钾长花岗岩与斑状钾长花岗岩矿物组成、化学成分基本一致, 岩石结构略有差异, 而与花岗闪长岩差异明显。钾长花岗岩  $SiO_2$ 、 $K_2O$ 、 $Na_2O$  高于中国花岗岩,  $Al_2O_3$ 、 $MgO$  等低于中国花岗岩(表1), 属高硅富碱贫钙镁的高演化花岗岩, 这与内蒙古黄岗—甘珠尔庙锡多金属成矿带钨锡花岗岩系列<sup>[1]</sup>类似。

[收稿日期] 2001-04-27; [修订日期] 2001-09-10; [责任编辑] 余大良。

[作者简介] 王国政(1959年-), 男, 1983年毕业于东北大学秦皇岛分院地质勘探专业, 现任华北地质勘查局综合普查大队高级工程师, 长期从事矿床地质勘查、区带找矿及矿业开发工作。

表 1 宝盖沟锡矿区花岗岩化学成分

%

| 岩 性            | 样品数<br>(件) | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO  | MnO  | MgO  | CaO  | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 烧失量  | 总量     |
|----------------|------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|-------------------|------------------|-------------------------------|------|--------|
| 花岗闪长岩          | 4          | 68.90            | 0.34             | 15.05                          | 0.40                           | 2.43 | 0.04 | 1.23 | 2.43 | 4.98              | 2.84             | 0.10                          | 1.48 | 100.20 |
| 中粒钾长花岗岩        | 15         | 74.94            | 0.13             | 12.30                          | 1.25                           | 1.38 | 0.04 | 0.04 | 0.41 | 3.87              | 4.83             | 0.15                          | 0.92 | 100.36 |
| 斑状钾长花岗岩        | 10         | 75.02            | 0.11             | 12.11                          | 0.70                           | 1.68 | 0.04 | 0.05 | 0.54 | 3.77              | 4.79             | 0.27                          | 0.80 | 100.01 |
| 中国花岗岩(黎彤 1962) |            | 71.27            | 0.25             | 14.25                          | 1.24                           | 1.62 | 0.08 | 0.80 | 1.62 | 3.79              | 4.03             | 0.16                          |      |        |

注:华北地质勘查局燕郊中心实验室分析。

定量光谱分析显示:花岗闪长岩含锡仅  $2.0 \times 10^{-6}$ ;钾长花岗岩含锡一般为  $7 \times 10^{-6} \sim 18 \times 10^{-6}$ 。钾长花岗岩的平均值—近矿岩体—蚀变岩体—矿体具有明显的逐步富集趋势,由  $8.85 \times 10^{-6} \sim 91.57 \times 10^{-6} \sim 258 \times 10^{-6} \sim 268 \times 10^{-6} \sim 0.3 \times 10^{-2} \sim 0.8 \times 10^{-2}$ ,反映锡主要来源于钾长花岗岩或与之同源的斑状钾长花岗岩。

1.4 控矿构造

北西向断裂构造是最主要的储矿构造,北东向断裂不甚发育,对矿化蚀变往往起破坏作用。矿区 20 个观测点、1073 条节理统计资料表明,走向  $320^{\circ} \sim 340^{\circ}$  一组节理最发育,走向  $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$  一组节理次之。

矿区断裂带以郭家营子—红石砬子—宝盖沟北西向断裂带为主,控制了蚀变矿化体的展布方向,即是导矿构造,亦是储矿构造,多为成矿前断裂,被后期蚀变体或矿(化)体充填,具明显的张扭性特征。

2 矿床地质

2.1 矿体特征

矿床由宝盖沟矿段、红石砬子矿段、郭家营子矿段组成,发现 59 条锡矿体,均分布于小乌兰斑状钾长花岗岩外侧朝阳沟中粒钾长花岗岩中。矿体走向  $310^{\circ} \sim 340^{\circ}$ ,北东倾,倾角  $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ,矿体一般长小于 100 m,最长 350 m,厚 1~3 m,最厚 8.08 m。矿体锡平均品位  $0.30\% \sim 0.80\%$ ,局部单个样品锡高达  $13.68\% \sim 22.04\%$ 。

矿体呈不规则脉状、扁豆状、透镜状、囊状产出,矿体边界清楚。平面上具膨缩和分枝复合现象,剖面上从地表到深部具有矿体厚度变薄、锡品位有所降低的变化趋势。

2.2 矿石特征

锡矿类型主要为脉状钠长岩和黑英岩型,约占矿区矿石总量的 90% 以上,而绿泥绢英岩型、云英岩型及石英脉型不具工业意义。

2.2.1 钠长岩型锡矿石

金属矿物有锡石、赤铁矿、磁铁矿、钛赤铁矿、针铁矿、假象赤铁矿、钛铁矿、黄铁矿、黑钨矿等。脉石

矿物主要有钠长石、石英、绢云母、绿泥石、高岭土、萤石等,少量独居石、磷钇石。脉石矿物含量 80%,铁矿物含量 15%,锡石含量  $2\% \sim 3\%$ 。

矿石结构有自形晶、半自形晶、它形晶、包晶、假象、网格状及交代残余结构。矿石构造为斑杂状、浸染状、块状构造。

锡石多以棕色、棕褐色不等粒它形晶为主,少量呈半自形、自形晶星散状分布在脉石矿物中或磁铁矿、石英颗粒边部。锡石中有磁铁矿、钛铁矿细小包体,并可见到钛赤铁矿切割、穿插锡石颗粒的现象。锡石颗粒较粗,粒径  $0.05 \sim 0.5\text{ mm}$ ,个别大于 3 mm。

物相分析结果表明钠长岩型锡矿石中锡石锡占有率  $85\% \sim 96.75\%$ ;铁矿物占有率:磁性铁 12.71%,氧化铁 62.98%,硅酸铁 24.31%。该类型矿石组成的矿体锡品位较高,Sn  $0.30\% \sim 0.80\%$ ,局部可达  $13.68\% \sim 22.04\%$ 。

2.2.2 黑英岩型锡矿石

金属矿物主要有锡石、磁铁矿、赤铁矿、磁赤铁矿、针铁矿,其次有钛铁矿、假象赤铁矿、黄铁矿、黄铜矿、孔雀石、黑钨矿等。脉石矿物主要有石英、长石、黑云母、绿泥石、绢云母、高岭石,其次有铁云母、萤石等。主要矿物含量:石英 35%,黑云母、绿泥石 20%,铁矿物 40%,锡石  $1\% \sim 2\%$ 。

矿石结构有自形—它形粒状,同心带状、纤维状、交切、交代残余结构等。矿石构造为斑杂状、块状及浸染状构造。

物相分析表明黑英岩型锡矿石中锡石锡占有率为  $75\% \sim 96.05\%$ ;铁矿物占有率:磁性铁 58.55%,氧化铁 27.19%,硅酸铁 14.26%。

2.2.3 其它矿石类型

绿泥绢英岩型锡矿石大致可分为含铁氧化物绿泥绢英岩型和含铁硫化物绿泥绢英岩型。云英型锡矿石又可分为云英岩型和绢英岩型。此外尚有石英脉型锡矿石。因该 3 种矿石类型无工业意义,此不详述。

2.3 矿化蚀变分带特征

矿体围岩以中粒钾长花岗岩为主,矿化蚀变沿北西向断裂带呈线形带状分布,种类较多,宽窄不

一,形态不规则。综观矿区蚀变组合特征,空间上具有一定的分带性。剖面上,从上到下:含镜铁矿、赤铁矿的云(绢)英岩化—含磁铁矿、赤铁矿的黑英岩型锡矿化—含磁铁矿、钛赤铁矿的钠长岩型锡矿化—含磁铁矿、钛赤铁矿、锡石的绿泥绢英岩化—黄铁矿绿泥绢英岩化—绿泥石化。平面上,从中心到边部:含磁铁矿、钛赤铁矿的钠长岩型锡矿化—含磁铁矿、赤铁矿的黑英型锡矿化—含磁铁矿、锡石的云(绢)英岩化—云(绢)英岩化—绢云母化。

3 成矿物质来源

3.1 氧同位素特征

成矿主岩钾长花岗岩中石英的  $\delta^{18}O = 8.85\text{‰} \sim 9.09\text{‰}$ ,矿石中石英的  $\delta^{18}O = 0.79\text{‰} \sim 1.18\text{‰}$ ,后者明显低于前者,预示成矿过程中成矿流体的水以大气降水为主。矿石中锡石的  $\delta^{18}O = -3.43\text{‰} \sim -3.46\text{‰}$ ,计算求得成矿溶液的  $\delta^{18}O_{H_2O} = -1.52\text{‰} \sim -1.54\text{‰}$ (表 2)。这些数据均接近雨水的氧同位素组成,从而表明锡成矿阶段成矿流体中有大量大气降水混入。

表 2 宝盖沟锡矿氧同位素组成

| 样号   | 采样位置               | 岩(矿)石类型 | 测定矿物 | $\delta^{18}O/\text{‰}$ | $\delta^{18}O_{H_2O}/\text{‰}$ | T/℃ |
|------|--------------------|---------|------|-------------------------|--------------------------------|-----|
| DB-1 | 朝阳沟岩体              | 钾长花岗岩   | 石英   | 9.09                    | 5.45                           |     |
| DB-2 |                    |         | 石英   | 8.93                    | 5.29                           | 420 |
| DB-3 |                    |         | 石英   | 8.85                    | 5.20                           |     |
| DB-4 | 2 <sup>#</sup> 矿体  | 钠长岩型锡矿  | 石英   | 0.79                    |                                | 495 |
| DB-5 |                    |         | 锡石   | -3.46                   | -1.54                          |     |
| DB-6 | 12 <sup>#</sup> 矿体 | 黑英岩型锡矿  | 石英   | 1.18                    | -1.52                          | 471 |
| DB-7 |                    |         | 锡石   | -3.43                   |                                |     |

分析单位:地质矿产部矿床地质研究所分析。

3.2 微量元素特征

据宝盖沟矿床锡石单矿物分析结果,锡石中

Nb/ Ta 比值,Se 含量偏高,In 含量偏低,Nb/ Ta =  $27.55$ ,In =  $5 \times 10^{-6} \sim 26.3 \times 10^{-6}$ ,Se =  $133.8 \times 10^{-6} \sim 397.9 \times 10^{-6}$ ;大井潜火山热液矿床锡石中 Nb/ Ta =  $3.15$ ,In =  $140 \times 10^{-6} \sim 190 \times 10^{-6}$ ,Se =  $22 \times 10^{-6} \sim 48 \times 10^{-6}$ ,二者锡石中微量元素具截然相反的变化特征。

3.3 稀土元素特征

钠长岩黑英岩型锡矿石、矿化钠长岩黑英岩和中粒、斑状钾长花岗岩的稀土元素组成特征相似(表 3),配分模式曲线基本吻合,呈右倾的“V”型曲线(图 2),即反映它们物质来源的同源性,亦说明成岩成矿环境的相似性,而与花岗闪长岩的  $\Sigma REE = 79.75 \times 10^{-6}$ , $\Sigma Ce/ \Sigma Y = 6.18$ , $\delta_{Eu} = 0.66^{[2]}$ 明显不同。钾长花岗岩与区域钨锡花岗岩系列岩石的稀土元素组成特征<sup>[1]</sup>一致,是成矿物质的重要来源。

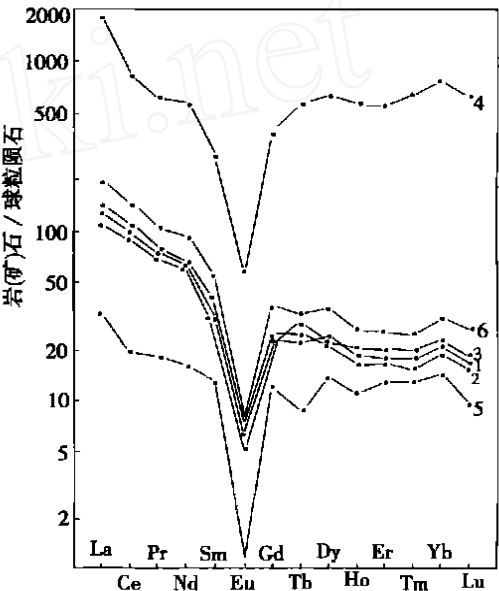


图 2 宝盖沟锡矿岩矿石 REE 配分模式  
(图中 1~6 数据见表 3)

表 3 宝盖沟锡矿稀土元素组成( $\times 10^{-6}$ )及参数

| 序号 | 岩矿石名称   | La    | Ce    | Pr    | Nd    | Sm    | Eu   | Gd    | Tb    | Dy    | Ho    | Er    | Tu    | Yb    | Lu    | Y     | $\Sigma REE$ | $\Sigma Ce/ \Sigma Y$ | $\delta_{Eu}$ | $\delta_{Ce}$ |
|----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-----------------------|---------------|---------------|
| 1  | 中粒钾长花岗岩 | 39.55 | 92.26 | 8.59  | 38.15 | 7.90  | 0.48 | 7.47  | 1.08  | 7.06  | 1.32  | 3.69  | 0.58  | 3.86  | 0.49  | 33.46 | 246.03       | 3.16                  | 0.21          | 1.01          |
| 2  | 斑状钾长花岗岩 | 44.80 | 101.3 | 9.20  | 38.88 | 7.69  | 0.47 | 7.03  | 1.21  | 6.59  | 1.17  | 3.38  | 0.51  | 3.41  | 0.47  | 29.23 | 255.34       | 3.82                  | 0.21          | 0.99          |
| 3  | 矿化黑英岩   | 33.83 | 82.93 | 8.14  | 36.89 | 6.59  | 0.38 | 6.67  | 1.34  | 6.97  | 1.41  | 4.04  | 0.64  | 4.32  | 0.53  | 33.98 | 228.03       | 2.85                  | 0.19          | 1.02          |
| 4  | 黑英岩型锡矿石 | 345.7 | 268.1 | 72.23 | 344.7 | 88.91 | 4.06 | 114.5 | 28.72 | 185.0 | 40.02 | 111.6 | 20.29 | 136.8 | 18.29 | 972.1 | 3251.5       | 0.99                  | 0.14          | 0.97          |
| 5  | 矿化钠长岩   | 10.67 | 18.25 | 2.21  | 9.86  | 2.68  | 0.08 | 3.60  | 0.43  | 4.32  | 0.77  | 2.62  | 0.41  | 2.67  | 0.29  | 19.02 | 77.88        | 1.28                  | 0.09          | 0.75          |
| 6  | 钠长岩型锡矿石 | 66.10 | 138.1 | 12.78 | 54.38 | 10.92 | 0.50 | 10.69 | 1.61  | 10.83 | 1.86  | 5.35  | 0.80  | 5.66  | 0.81  | 36.91 | 357.30       | 3.79                  | 0.15          | 0.94          |

注:地质矿产部岩矿测试技术研究所分析 3、4- 12<sup>#</sup>矿体 4、5- 2<sup>#</sup>矿体。

钾长花岗岩与矿石的  $\Sigma Ce/ \Sigma Y$ 、 $\delta_{Eu}$ 、 $\delta_{Ce}$  值区别很小,仅  $\Sigma REE$  差别明显,由早阶段黑英岩型

锡矿石到晚阶段钠长岩型锡矿石  $\Sigma REE$  递减,由  $3251.5 \times 10^{-6} \sim 357.3 \times 10^{-6}$ ;由矿化黑英岩到矿

化钠长岩  $\Sigma_{\text{REE}}$  亦递减,由  $288.07 \times 10^{-6} \sim 77.86 \times 10^{-6}$ ,显然,这是由于岩浆分异形成的含锡热液相对富集稀土元素,成矿早阶段,富含  $\text{CO}_2$ 、 $\text{F}^-$ 、 $\text{Cl}^-$  的高温热液即适合锡石的结晶,又利于稀土络合物的解体,并被结晶中的锡石所捕获,形成  $\Sigma_{\text{REE}}$  高的黑英岩型锡矿,成矿晚阶段,含锡热液中未解体的络合物减少,最终形成  $\Sigma_{\text{REE}}$  低的钠长岩型锡矿。

## 4 成矿物理化学条件

### 4.1 流体包裹体特征

矿床中多相包裹体共存,子晶发育,盐度高,沸腾作用明显。锡石包裹体成分测定结果:气相成分 ( $\times 10^{-6}$ ):  $\text{H}_2$  0.12、 $\text{O}_2$  0.00、 $\text{N}_2$  6.88、 $\text{CH}_4$  0.00、 $\text{C}_2\text{H}_6$  0.00、 $\text{CO}$  25.00、 $\text{CO}_2$  33.39、 $\text{H}_2\text{O}$  462.50;液相成分 ( $\times 10^{-6}$ ):  $\text{F}^-$  1.22、 $\text{Cl}^-$  15.46、 $\text{SO}_4^{2-}$  3.35、 $\text{K}^+$  8.14、 $\text{Na}^+$  13.69、 $\text{Ca}^{2+}$  1.37、 $\text{Mg}^{2+}$  0.14。成矿流体类型属  $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{Cl}^-$  型。 $\text{Na}^+ / \text{K}^+ = 1.68$ 、 $\text{Ca}^{2+} / \text{Mg}^{2+} = 9.79$ ,与区域壳源重熔花岗岩岩浆热液型矿床成矿流体特征<sup>[3]</sup>一致。

### 4.2 成矿物理化学参数

宝盖沟锡矿成矿温度具有跨度大的特征,均一温度  $124^\circ\text{C} \sim 602^\circ\text{C}$ ,但以  $402^\circ\text{C} \sim 602^\circ\text{C}$  为主,据锡石中  $\text{In}$  含量计算:成矿压力  $0.63 \times 10^8 \text{ Pa} \sim 0.70 \times 10^8 \text{ Pa}$ ;成矿深度  $1.80 \sim 2.03 \text{ km}$ 。据磁铁矿—赤铁矿和黄铁矿—磁黄铁矿矿物组合,假定成矿温度  $350^\circ\text{C}$  和  $400^\circ\text{C}$ ,计算成矿的氧逸度、硫逸度分别为:  $\text{Log} f_{\text{O}_2} = -26.43 \sim -23.43$ ,  $\text{Log} f_{\text{S}_2} = -9.43 \sim -7.66$ ,  $\text{pH} = 6.81$ 。

综上所述,宝盖沟锡矿的形成是在成矿流体处于氧逸度较高、硫逸度较低,高温和溶液弱酸性的物理化学条件下成矿。

## 5 矿床成因

### 5.1 成矿时代

为较准确厘定宝盖沟锡矿的形成时代,对岩矿

石进行同位素年龄测定,其  $\text{K} - \text{Ar}$  法年龄值分别为:花岗闪长岩  $209 \text{ Ma}$  (1件);中粒钾长花岗岩  $142.7 \text{ Ma} \sim 152.1 \text{ Ma}$  (5件);斑状钾长花岗岩  $136.6 \text{ Ma} \sim 141.0 \text{ Ma}$  (2件);锡矿化钾长花岗岩  $115.24 \text{ Ma} \sim 147.25 \text{ Ma}$  (2件);黑英岩型锡矿石  $138.6 \text{ Ma}$  (1件)。说明该复式岩体由华力西晚期和燕山早期侵入体组成,而燕山早期中粒、斑状钾长花岗岩形成时间相近,但斑状钾长花岗岩略晚。成矿时代与区域锡钨矿化时代一致,相当于燕山早期晚阶段。

### 5.2 矿床成因

宝盖沟锡矿是燕山早期晚阶段与钾长花岗岩有关的黑英岩钠长岩型高温热液矿床。主要依据:

1) 矿床产于钾长花岗岩体内由北西向密集断裂组成的蚀变破碎带中。矿床形成年龄  $115.24 \sim 147.25 \text{ Ma}$  ( $\text{K} - \text{Ar}$  法)。矿体呈脉状、透镜状产出,矿体边界清楚。

2) 钾长花岗岩和锡矿石的稀土元素组成特征显示成矿物质来源的同源性。氧同位素特征说明锡成矿阶段的成矿流体中有大量大气降水混入。锡石微量元素特征反映矿床具岩浆热液矿床特征。

3) 矿石主要类型为黑英岩型锡矿和钠长岩型锡矿,金属矿物组合简单,以磁铁矿+锡石等高温矿物为主,铁、锡主要是高氧逸度,弱酸性流体在高温低压环境下沉淀析出,反映成矿与岩浆期后热液活动有关。

4) 矿化蚀变具有明显的分带性,反映伴随着斑状钾长花岗岩的侵入,在其上方形成了以矿体为中心的对称式矿化蚀变分带,蚀变和成矿过程是一个降温降压的连续过程。

#### [参考文献]

- [1] 芮宗瑶,施林道,方如恒,等. 华北陆块北缘及邻区有色金属矿床地质[M]. 北京:地质出版社,1994,318~319.
- [2] 杨伦. 内蒙东部大兴安岭南段岩浆岩的稀土元素特征及找矿意义[J]. 矿产与勘查,1990,5:26~33.
- [3] 王莉娟. 华北地台北缘及北邻区铜、铅、锌、锡矿床流体包裹体研究. 矿床地质[J]. 1998,17(3):256~262.

## BAOGAIGOU TIN DEPOSIT — A HIGHER TEMPERATURE HYDROTHERMAL DEPOSIT OF ALBITITE AND BIOTITE QUARTZITE TYPES

WANG Guo - zheng

(Surveying Team, Huabei Bureau of Geology Exploration, Yanjiao 065201)

**Abstract:** The Baogaigou tin deposit occurs in the inner part of an intrusive body. The ore bodies are controlled by the NW - trending alteration - structure zones, and zoning mineralization and alteration has obviously displayed. The main ore types include albitite and biotite quartzite types. The genesis of the deposit is higher temperature hydrothermal deposit, and related with granite in the late stage of early Yanshanian period.

**Key words:** tin ore of albitite type, tin ore of biotite quartzite type, Baogaigou