# 金鸡岭岩体北外带铀矿地质特征及成因初探*

何建军, 赵桂东, 黄 奇
(湖南省核工业地质局 三〇六大队, 湖南 衡阳 421008)

摘 要: 以牛头江矿床为代表, 总结金鸡岭岩体北外带铀矿地质特征, 分析了铀矿化特点, 对铀矿床成因作了初步探讨。
关键词: 铀矿床; 地质特征; 矿化成因
中图分类号: P62 文献标识码: A 文章编号: 1671- 0231(2008) 02- 0096- 03

金鸡岭岩体处于华南加里东褶皱带南岭东西向构造——岩浆岩带中段, 区域构造——岩浆及构造热液活动频繁而强烈, 地层变形、变质强度较高。金鸡岭岩体北外带是一个 U、W、Sn、Pb、Zn、Cu 多金属成矿区, 产出的典型铀矿床为牛头江矿床, 邻近还有枫木铺、王冲等铀矿点。

## 1 矿床地质特征

### 1.1 地 层

矿床出露的地层主要有寒武系香楠组、茶园头组, 与铀成矿关系极为密切, 绝大部分铀矿体、异常点带都赋存在该层位中。

#### 1.1.1 寒武系香楠组( $\in x$)

香楠组的岩石特征是: 岩性比较稳定, 为一套大陆边缘海槽盆沉积的砂、泥质类复理石碎屑岩沉积。

下段: 岩性为深灰、黑灰色含炭细砂岩、含炭板岩、炭质板岩, 夹少量硅质岩, 硅质岩发育水平纹层理, 炭质板岩中见磷结核、硅质、黄铁矿结核; 中段: 岩性为灰色、灰绿色中——厚层状、块状浅变质石英杂砂岩, 长石石英杂砂岩、泥质粉砂岩夹灰色板岩、黑色含炭板岩; 上段: 为灰色、深灰色薄——中层状板岩、砂质板岩与灰色层状白云质灰岩、泥质岩呈互层, 白云质灰岩往往呈肠状、瘤状, 层状产出, 白云质灰岩层为一个标志层, 以此可与茶园头组分界。

#### 1.1.2 寒武系茶园头组( $\in ch$)

下段: 为一套灰色、灰绿色块状、厚层状石英杂砂岩、含长石石英杂砂岩为主, 夹砂质板岩、黑色板岩; 中段: 石英杂砂岩、粉砂岩与砂质板岩; 上段: 为灰色厚层状、块状石英杂砂岩与砂质板岩、板岩呈韵律。

### 1.2 岩浆岩

矿区出露的岩浆岩岩体主要有金鸡岭超单元的三分石单元和枫木铺单元。

#### 1.2.1 三分石单元( $J_3S$)

三分石单元( $J_3S$) 属晚侏罗世金鸡岭超单元, 呈大小不一的岩株、岩枝、岩脉, 侵位于寒武纪地层中, 与围岩有清晰的接触边界。其岩性为中粒斑状黑云母二长花岗岩。岩石化学特征主要参数值: $Al_2O_3 > K_2O + Na_2O + CaO$ 属铝过饱和, $K_2O > Na_2O$, 里特曼指数(σ) 2.09, 显示出富硅、基性组分低, 偏酸性的特征, 属钙——钙碱性系列。固结指数( SI) 2.92, 分异指数( DI) 为 88.26%, 其分异程度高, 碱度率( AR) 为 2.55, 属壳源型花岗岩范围。三氏评价系数( X) 为 20.44, 铀含量 $64.1 \times 10^{-6}$, 变异系数为 17.8%, 含晶质铀矿也较多( 2.1 g/t), 铀浸出率在 30% 以上, 活性铀含量高达( 4.2~ 5.6) $\times 10^{-6}$, 岩体对铀矿富集有利。锆石铀——铅模式年龄为 155 Ma。

#### 1.2.2 枫木铺单元( $J_3F$)

枫木铺单元亦属晚侏罗世金鸡岭超单元, 呈大小不一的岩株、岩枝、岩脉, 与三分石单元呈脉动接触, 接触界线清楚。主要岩性为细粒斑状黑云母二长花岗岩, 岩石呈浅灰至肉红色。岩石化学特征主要参数值: $Al_2O_3 > K_2O + Na_2O + CaO$, 属铝过饱和, $K_2O > Na_2O$, 里特曼指数(σ) 1.98, 显示出富硅、基性组份低, 偏酸性的特征, 属钙——钙碱性系列。固结指数( SI) 1.90, 分异指数( DI) 为 91.21%, 分异程度高; 碱度率( AR) 2.57, 属壳源型花岗岩范围。三氏评价系数( X) 为 22.3, 铀含量 $58.2 \times 10^{-6}$, 变异系数为 13.8%。锆石铀——铅模式年龄 135 Ma。

#### 1.2.3 脉岩

工作区内出露的脉岩主要有细粒花岗岩脉、花岗斑岩脉。另外还见有少量伟晶岩脉、石英脉等。

### 1.3 构 造

该区断裂构造主要有 NE 向, NW 向和近 SN 向三组。三组不同方向的构造具有先后的发展顺序, 又具有叠加、改造、利用等成生联系。北东向断裂是区内规模最大, 活动时间最长的断裂, 起着导矿构造作用, 控制着矿床、矿点的定位。本身也有少部分矿体赋存。北西向断裂与北东向断裂具有同样的发展历史, 但规模较小。近南北向构造为区内主要的含矿构造, 控制区内主要的矿体, 该组断裂中的铀矿化品位较富, 但不够稳定, 厚度及品位变化较大。矿体赋存的构造定位组合形式有:

( 1) 三组构造的交接复合部位, 富矿体一般沿两组或三组构造( 一般以 SN 向构造与 NE 向或 NW 向) 相交的交线附近呈柱

* 收稿日期: 2008- 03- 26
作者简介: 何建军(1969- ), 男, 湖南常德人, 工程师, 研究方向: 地质找矿。


© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

状矿体产出、矿体规模大, 品位富;

(2) 断裂构造的分枝, 复合部位、矿化较好;

(3) 断裂带的转折、膨胀部位;

(4) 断裂构造与岩体接触界面交切部位;

(5) 构造与岩脉的交切部位。

1.4 接触变质带及热液蚀变特征

牛头江矿床热变质带宽 800~ 1 200 m 的热变质带。接触热变质带具有明显的分带性, 总体上看由接触界面向外可分为黑云母( 堇青石) 角岩→ 角岩化变质长英质砂岩类→ 斑点板岩等 3 个变质带, 各变质带之间呈渐变过渡关系。各带的热变质特征见表 1。

区内矿化富集地段及铀矿体产出部位, 多为寒武系黑色炭板岩系( 堇青石角岩), 原始铀 丰度都比较高, 并富含有机炭、黄铁矿等还原剂, 可为成矿提供大量铀源和有利的还原环境。铀矿体一般都分布在距接触界面附近的角岩带中, 不超出角岩化带的范围, 严格受接触变质带的控制。

矿区内热液蚀变比较发育, 种类较多。与铀矿化关系密切的蚀变主要有硅化、赤铁矿化、黄铁矿化、萤石化。这些蚀变的空间分布往往相互叠加, 而且大都严格受断裂构造控制, 往往是铀成矿的重要标志。

表 1 牛头江矿床外带热液接触变质分带特征表

| 接触热变质分带 | | 黑云母( 堇青石) 角岩带 | 变质长英质砂岩类角岩化带 | 斑点板岩带 |
|---|---|---|---|---|
| 岩石结构、构造 | | 显微鳞片状、粒状变晶结构<br>块状构造 | 变余泥质结构、变余砂状结构<br>块状构造 | 变余泥质结构<br>斑点构造、定向构造 |
| 重结晶矿物 | | 鳞片状黑云母( > 20%) 、白云母 | 鳞片黑云母( 10% ~ 20%) , 绢云母、白云母、绿泥石及微粒状石英 | 黑云母( < 10%) 、绢云母、绿泥石呈显微鳞片状 |
| 矿物组合 | | 石英+ 黑云母+ 白云母+ 长石( 堇青石) | ①石英+ 绢( 白) 云母+ 绿泥石+ 粘土矿物<br>②石英+ 长石+ 绢云母+ 粘土矿物 | ①绢云母+ 粘土矿物+ 绿泥石<br>②粘土矿物+ 红柱石+ 绢云母 |
| 变质程度 | | 堇青石矿物强烈绢云母化、黑云母化, 仅留假象少部分残留, 中级变质为主, 属角闪岩相 | 岩石后期有弱硅化, 为低级变质, 属钠长石——绿帘石角岩相 | 岩石在后期呈弱硅化, 为低级变质, 属钠长石——绿帘石斑点角岩相 |
| 热变质宽度 | | 较小 | 大 | 较大 |
| | | | 500~ 1 000 m → | |
| 元素对比值 | Th/U | 0.80 | 0.63 | 2.30 |
| | Zn/ Pb | 1.16 | 0.92 | 0.93 |
| | Sr/ Ba | 0.120 | 0.102 | 0.058 |
| | Co/Ni | 3.63 | 3.49 | 3.64 |

## 2 铀矿化特征

2.1 矿体特征

2.1.1 矿体形态与产状

矿体的形态及产状严格受断裂构造控制, 与断裂构造的产状变化基本一致。矿体的形态多为似层状、透镜状、扁豆体状、脉状, 少数为团块状、囊状等。矿体的倾角较陡, 一般在 65° ~ 80°, 有的甚至成垂直状, 与岩体、外带地层接触界面产状近一致, 沿界面倾向侧伏。

2.1.2 矿体规模与矿化标高

矿体的规模变化较大, 一般为 100~ 200 m, 矿体厚度变化较大, 平均厚度为 0.6~ 1.00 m, 属于中等规模的矿体。

2.1.3 矿化类型

区内铀矿体矿化类型较多, 主要矿化类型有:

(1) 沥青铀矿——杂色微晶石英型; (2) 沥青铀矿——黄铁矿——灰黑色微晶石英型; (3) 沥青铀矿——萤石型; (4) 沥青铀矿——绿泥石型; (5) 沥青铀矿——赤铁矿型; (6) 沥青铀矿—方解石型。

2.2 矿石特征

2.2.1 矿石类型

矿石中沥青铀矿及其它金属矿物主要为细粒、胶状、隐晶质结构。次生矿物为片状、鳞片状及粉末状。尽管矿石的围岩差异明显、矿体形态各异, 但矿石内部构造基本相似, 主要有脉状、网脉状、细粒浸染状, 吸附分散状及角砾状。

2.2.2 矿石矿物成分

矿石矿物组成比较简单, 铀是唯一可利用元素。原生铀矿物仅见沥青铀矿; 次生铀矿物有: 硅钙铀矿、脂铅铀矿、钙铀云母、铁铀云母、铜铀云母、铀黑等; 伴生金属矿物有: 黄铁矿、磁黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、赤铁矿等; 脉石矿物主要为微晶石英、方解石、萤石、水云母和绿泥石。

沥青铀矿: 黑色, 氧化面为弱金属光泽及土状光泽, 新鲜断面为沥青光泽, 非晶质。形态多样, 常呈致密、同心胶状、肾状、葡萄状及微球粒状( 鲕粒) 等。铀的次生矿物常分布在沥青铀矿的边缘, 或硅质脉体裂隙面上。



© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.2.3 矿石化学成分

矿石的化学分析结果见表 2。从表 2 中可以看出,沥青铀矿由于所含杂质较少,其 $SiO_2$、TFe、$Al_2O_3$、$K_2O$ 等含量比一般铀矿石要低得多,而 CaO 则高得多。其他常量元素氧化物含量相差不大,表明矿石中铀含量与 $SiO_2$、TFe、$Al_2O_3$、$K_2O$ 含量成反比,与 CaO、$Na_2O$ 含量成正比。

表 2 牛头江矿床矿石化学全分析结果表

| 岩性 | 化学成份含量(%) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $SiO_2$ | TFe | $Al_2O_3$ | $TiO_2$ | MnO | CaO | MgO | $SO_3$ | $P_2O_5$ | $K_2O$ | $Na_2O$ | $U_3O_8$ | 烧失量 |
| 沥青铀矿 | 12.98 | 1.89 | 3.04 | 0.3 | 0.045 | 13.39 | 0.58 | 0.34 | 0.10 | 0.00 | 1.61 | 57.7 | 5.9 |
| 黑云母砂岩沥青铀矿 | 65.55 | 9.59 | 11.95 | 0.40 | 0.003 | 0.90 | 0.83 | 0.25 | 0.13 | 2.88 | 1.42 | 5.50 | 3.56 |
| 黑云母砂岩杂色微晶石英 | 69.78 | 7.1 | 10.6 | 0.4 | 0.004 | 0.68 | 0.50 | 0.11 | 0.46 | 3.6 | 1.6 | 3.9 | 3.42 |
| 砂岩 | 85.35 | 3.04 | 5.29 | 0.03 | 0.003 | 1.22 | 0.24 | 0.48 | 0.05 | 2.55 | 0.86 | 0.18 | 1.91 |
| 花岗岩 | 60.75 | 7.77 | 20.00 | 0.70 | 0.004 | 0.37 | 0.93 | 1.45 | 0.13 | 5.71 | 0.69 | 0.17 | 4.05 |

2.2.4 成矿温度及年龄

该区铀矿床沥青铀矿的晶胞参数为 5.415,反映成矿温度属中低温。根据不同成矿阶段与沥青铀矿共生的不同透明矿物包体测温结果(表 3),从表中可以看出,石英均一化温度多在 200~ 300 ℃之间,萤石均一化温度多在 160~ 200 ℃,方解石均一化温度在 100~ 160 ℃。另外三〇三大队对沥青铀矿——萤石型矿化的沥青铀矿作爆裂法测温,在沥青铀矿粒度为 0.3~ 0.5 mm,其爆裂温度为 205~ 215 ℃,均反映了该区铀矿的成矿温度属中低温。

铀成矿年龄为 68 Ma,为晚白垩世,与华南大部分花岗岩外接触带型铀成矿年龄相近。

表 3 牛头江矿床成矿阶段矿物包体测温结果(据 230 所杨尚海等)

| 样号 | 测定矿物 | 均一温度/℃ | 备注 | 样号 | 测定矿物 | 均一温度/℃ | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H96-X | 石英 | 165、234、263、267、285、299、304 | 气液两相色体,液气比为 2.5 1~ 3 1 | H97-137 | 石英 | 197、205、260、265、384、 | 气液两相色体,液气比为 2.5 1~ 3 1 |
| H96-138 | 石英 | 168、226、224、250、266、272、275、280、313、333 | 气液两相色体,液气比为 2.5 1~ 3 1 | H97-003 | 萤石 | 158、159、170、185、188、181、195、198、218、242 | 气液两相色体,液气比为 2.5 1~ 3 1 |
| H96-147 | 石英 | 152、263、202、245、372、468 | 气液两相色体,液气比为 2.5 1~ 3 1 | H97-001 | 方解石 | 98、102、121、130、159、169、195 | 气液两相色体,液气比为 2.5 1~ 3 1 |

# 3 铀矿成因探讨

3.1 铀矿化控制因素

(1)铀矿化明显受断裂控制,矿化产于北东、北西、北北东 3 组断裂中,以北北东向为主要贮矿构造。铀矿体多赋存于断裂膨胀、转弯、分支复合和切穿花岗岩枝的产状变异部位。

(2)矿化与岩浆岩及其接触带关系密切,铀矿化富集于岩体接触带附近 20~ 50 m 范围内,特别是接触线呈"N"形弯曲的凹部,以外凹最好,内凹次之,少数矿体沿接触面分布。除燕山早期黑云母花岗岩体外,矿区内燕山晚期花岗斑岩小岩株极发育。两者含铀量较高,为成矿提供铀源与热源。

(3)铀矿化与特定的岩性有关,矿化主要产于下寒武统香楠组和中寒武统茶园头组角岩化黑云母砂岩和含碳砂岩中,矿化虽对岩性无明显选择性,但香楠组和茶园头组岩石富含铀,板岩铀含量为 $16\times10^{-6}$,浅变质砂岩为 $11\times10^{-6}$,浅变质长石石英砂岩为 $18\times10^{-6}$,可提供一定铀源。此外,岩石富含碳质和黄铁矿,特别是香楠组浅变质砂岩普遍含黄铁矿,表明有较强的还原性,角岩化后岩石脆性增强易碎,为成矿有利围岩。同时花岗岩与寒武系黑色岩系岩性上具有较大的地球物理和地球化学反差,接触带形成良好的铀成矿地球化学障,有利于铀的富集成矿。

3.2 矿床成因探讨

由前述铀矿化特征和控矿因素分析,初步认为:金鸡岭超单元三分石单元黑云母花岗岩是岩体北外带铀矿床的铀源体,岩体中铀的主要赋存形式是晶质铀矿和裂隙粒间铀,活化程度较高,自变质作用使铀初次活化和预富集。成矿水源来自地表循环水与岩浆水混合,热源来自地热升温与岩浆活动。伴随燕山晚期构造运动发生的岩浆侵位活动,金鸡岭岩体属深源浅成岩体,自南向北侵位,富含挥发份,在其北外带寒武系形成 500~ 1 000 m 的热变质晕,当断裂切割接触带时,花岗岩与寒武系浅变质岩机械物理和地球化学性能的反差,给含铀溶液沉淀创造了有利条件。其接触带为软弱带,有利于断裂切割和造成岩石破碎,给矿液沉淀提供了良好空间。矿区岩体接触带及其附近有花岗斑岩分布,变质岩含黄铁矿,接触带围岩暗色矿物集中,$Fe^{2+}$ 的存在有利于铀还原和沉淀。含矿热液进入地表浅部后,温度、压力降低,$SiO_2$ 首先沉淀,使溶液中碱金属离子浓度增高,富碱溶液进入富含亚铁离子的接触带后,由于环境改变,发生充填交代而形成沥青铀矿,同时围岩发生交代形成绢云母化和绿泥石化,$Fe^{2+}$ 转变成 $Fe^{3+}$,造成沥青铀矿与赤铁矿共生。由于构造规模较小,含铀溶液难于扩散,形成以充填为主、品位极富的小矿体。

综上所述,以牛头江矿床矿床为代表的金鸡岭岩体北外带铀矿成因属热液充填型铀矿化。


© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net