

# 金鸡岭地区锂多金属矿地质特征及成因分析

彭陆军

湖南省地球物理地球化学调查所 湖南 长沙 410000

**摘要:** 本文综合分析金鸡岭地区花岗—云英岩型锂多金属矿床成矿地质背景、矿体特征、矿物组合及结构构造,总结了其成矿机理、控矿因素和找矿标志,为今后周边地质找矿提供了思路。

**关键词:** 金鸡岭地区; 锂多金属矿; 特征; 成因分析

## 前言

金鸡岭地区大地构造区域处于攸县—宁远深断裂和北东向炎陵—蓝山深断裂,东西向都庞岭—九嶷山构造岩浆带以及北西向怀化—道县基底断裂挟持部位,九嶷山复式岩体西部。岩体区域中的岩浆活动、构造等非常频繁明显,且构造对于成矿物质的控制作用十分显著,岩浆分异成分较高,构成了一个Li、Rb、W、Sn、Pb、Zn、U的多金属成矿区。本文主要通过分析金鸡岭地区锂多金属矿地质特点,总结其成矿规律,为扩大该区的找矿前景作一些尝试。

## 1 成矿地质背景

### 1.1 构造

区域内经历了加里东、印支、燕山等多期构造活

动,形成了不同期次、不同方向和性质的褶皱、断裂相互交织、叠加改造的复杂构造格局(图1-1)。区内褶皱主要分布于震旦—寒武纪地层中,主要为紧闭—同斜型线状复式褶皱,总体呈向北西凸出的北东向弧形展布。区内断裂构造较发育,以NE向为主,其次为NNE—近SN向及NW向断裂。NE向断裂形成于加里东期,具左行平移性质,为云英岩脉型锂铷钨锡矿脉的主要容矿构造,产状较缓的节理构造分布于晚次岩体顶部,成为岩浆期后热液贯通的空间,控制了蚀变花岗岩型锂铷多金属矿的形成和产出;NNE—近SN向断裂具多期活动特点和区域控矿作用;NW向断裂规模较小,多发育于与侏罗纪金鸡岭岩体接触带附近,切割了岩体边界,表现为硅化破碎带。

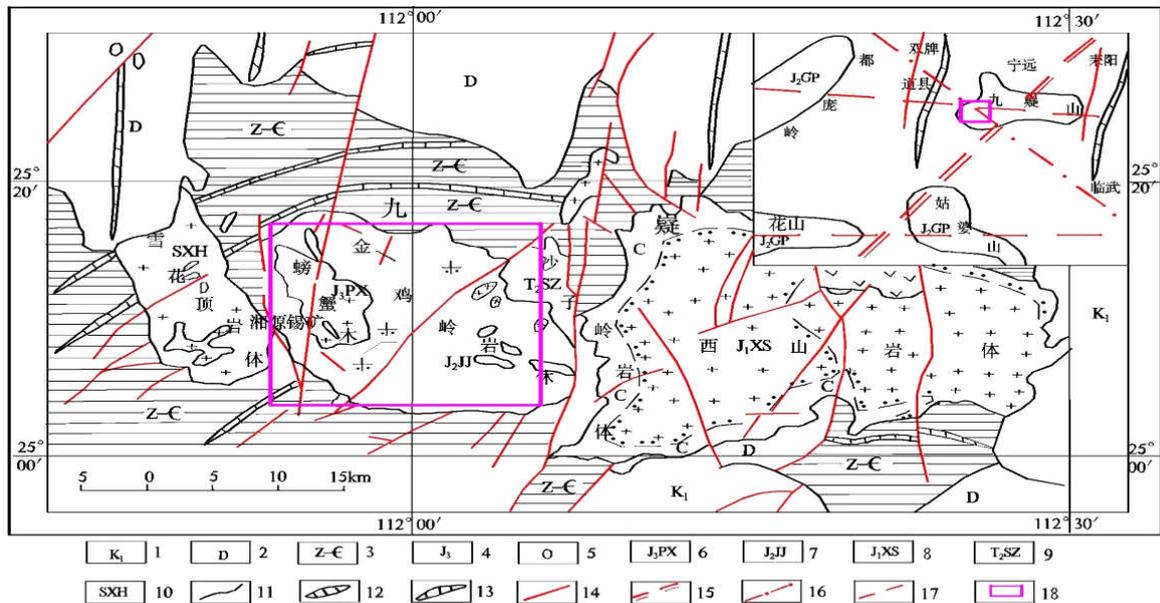


图1-1 金鸡岭地区区域地质构造略图

1、早白垩世地层; 2、泥盆世地层; 3、震旦—寒武纪地层; 4、晚侏罗世火山岩; 5、酸、中酸性小岩体; 6、晚侏罗世螃蟹木超单元二云母二长花岗岩; 7、中侏罗世金鸡岭超单元二长花岗岩; 8、早侏罗世西山超单元二长花岗岩、花岗斑岩; 9、中三叠世沙子岭超单元花岗闪长岩、二长花岗岩; 10、志留纪雪花顶超单元角闪二长花岗岩; 11、不整合地质界线; 12、加里东期褶皱轴线; 13、印支—燕山期褶皱轴线; 14、断层; 15、炎陵—郴州—蓝山壳断裂; 16、新宁—九嶷山基底断裂; 17、构造岩浆岩带; 18、金鸡岭地区

图1-1 金鸡岭地区区域地质构造略图

### 1.2 岩浆岩

区域内岩浆岩十分发育，具多期、多阶段侵入的特点，从志留纪—晚侏罗世均有活动，以中、晚侏罗世为主，岩性以中酸—酸性花岗岩为主，尚见少量不同期次的斑岩及基性、碱性岩脉，分布于岩体内或围岩的褶皱核部，沿近南北向断裂展布。

区内出露主要为金鸡岭岩体和螃蟹木岩体，岩体平面上呈向北西突出的东西向椭圆状产出。岩性的分带具有明显的规律，一般晚次单元分布在岩体中部，而早次单元分布在岩体边部，岩性则由边部往中部酸度增高。晚次单元沿区域性断裂呈北北东向展布，剖面上呈顶面不规则的同心圆状，各单元自早至晚、自上而下依次分布，顶面形态呈波状起伏。二长花岗岩的岩石类型，这种岩石的特点是具有细中粒、粗中粒、细粒和微细粒四种结构，且从早期形成的单元到晚期形成的单元，整个岩石结构呈现出由粗到细的逐渐变化的规律。同时，矿物成分也经历了一定的变化，暗色矿物数量减少，浅色矿物数量增加，斑晶中的长石比例从最初为主向后逐渐减少，而石英的比例则逐渐增加。这种变化趋势表明这种岩浆分异的程度比较高，并且向富钠方向演化。稀土元素配分图中呈平展的海鸥式（图1-2），显示出过铝质花岗岩特征，显著的Eu负异常特征与区内稀有金属、钨、锡等矿产密切相关。蚀变花岗岩型锂矿主要分布于呈蘑菇状产出的晚次单元上拱凸起上方，或晚次单元穿插侵早、晚期岩体接触界线的产状陡缓过渡部位。

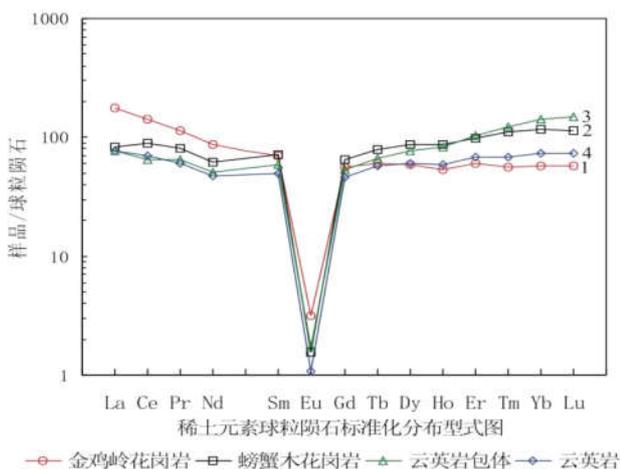


图1-2 金鸡岭地区侵入岩稀土元素配分图  
(标准值据Sun and McDonough, 1989)，图中螃蟹木花岗岩和云英岩包体数据引自王京彬, 1990

### 1.3 蚀变作用

作者简介：彭陆军（1989年12月—），男，汉族，湖南省祁东县人，工程师，研究方向：地质调查与矿产勘查。

该区域存在多种类型和作用类型的蚀变现象和变质作用，其分布范围较广。

与锂矿化相关的蚀变作用主要表现为云英岩化，次要为钾长石化。钾长石化是成矿作用早期形成的，由于高温富钾气热溶液沿着岩石的裂隙和节理向上升，并向两侧围岩扩散交代。这种交代形成了以钾长石和石英为主要矿物的钾长石化花岗岩。蚀变带的宽度变化较大，取决于裂隙的发育情况，范围从几十厘米到数十米不等。

云英岩化岩石分布于侵入成因的云英岩外侧，表现为云英岩→云英岩化岩石→原岩的水平分带特征，沿着走向或倾斜方向呈现出层状结构，并以指状分叉方式分布。

## 2 锂矿地质特征

### 2.1 矿床类型及特征

本区属于花岗—云英岩型锂多金属矿床，矿种以锂为主，其次是钨、锡、铷、铯等，矿石矿物主要有铁锂云母、锡石、黑钨矿。根据矿床产出状态和矿物共生组合特点可以划分为云英岩脉型锂多金属矿和蚀变花岗岩型锂多金属矿。

#### 2.1.1 云英岩脉型

云英岩脉型锂多金属矿体是在花岗岩体的前沿、顶部或沿断层处经历了气液交代作用（即云英岩化）形成的。在云英岩化的过程中，富含锂、铷、铯的物质被富集，并形成了锡石、黑钨矿等矿物，最终形成了云英岩脉型锂铷矿。

#### 2.1.2 蚀变花岗岩型

锂多金属矿体主要形成于蚀变花岗岩中，由云英岩岩体和云英岩化花岗岩组成，呈层状产出。这种矿体通常侵入早期花岗岩体内部的南北向深部断裂中，并在地表大面积出露，局部隐蔽或部分隐蔽。形态上，矿体常以岩株、岩枝、岩脉等形式构成复合岩体的一部分。含矿花岗岩通常是复合岩体的晚期成分，其锂含量规律性地从早期到晚期升高，与挥发分和SiO<sub>2</sub>含量同时增加。锂的含量在蚀变花岗岩中分布比较稳定，一般从蚀变岩体顶部向下逐渐降低，云英岩化的强弱是Li富集的一个重要因素，蚀变花岗岩中云母类矿物是锂的主要富集和载体矿物。

### 2.2 矿石物质成分

矿石物质成分比较单一，有用矿物：主要是铁锂云母、锡石、黑钨矿，其次是钨铅矿、白钨矿等。脉石矿物包括石英、斜长石、黄玉等，另有微量矿物赤铁矿、黄铜矿、黄铁矿、毒砂、方铅矿等。

铁锂云母通常呈现灰色、浅黄色和褐色，具有玻璃珍珠光泽，经常被铁质污染而变成红褐色。赤铁矿和褐铁矿通常沿着解理面分布（见图2-1）。它形成片状或鳞

片状集合体, 矿石中含量一般为15%至25%, 部分矿石中最高可达80%, 片径一般为0.2至0.5毫米。



图2-1 富铁锂云母云英岩及铁锂云母显微形态

锡石晶体属于四方晶系, 主要以半自形和不规则的其他形粒状出现, 少数呈自行四方短柱状或四方双锥状。通常为不透明、表面光洁, 金刚光泽-油脂光泽, 颜色多种。硬度高、性脆, 少数颗粒具环带结构。镜下高突起, 干涉色高, 多色性明显, 常可见到双晶。

黑钨矿通常呈半自形的板状或其他形态的颗粒状。晶面具有明显的纵纹, 颜色为黑色或褐黑色, 具有金属或半金属光泽。在硬度和比重方面表现出较高数值, 并具有强烈电磁性。在反光镜下, 呈现灰色带淡棕色, 可见到明显的双反射现象, 非均性清晰明显, 在内反射时则呈深红色。在光片中, 可见微小黑钨矿被铁锂云母或石英包裹着, 同时常包含钨铅矿的不规则包体。

石英呈半自形—它形粒状, 无色透明, 主要粒径0.2mm左右, 少数粒径0.02mm左右及1mm左右。石英在矿石中嵌布均匀, 是最主要的脉石矿物。与铁锂云母镶嵌紧密, 彼此毗连, 但有时有粗粒状石英包裹较细粒云母的现象, 构成部分包体镶嵌。

### 2.3 矿石结构构造

矿石结构: 鳞片花岗岩中铁锂云母以鳞片状晶粒形态存在, 石英和黄玉以花岗岩状晶粒形态存在, 形成了云英岩和黄玉云英岩。变晶斑状结构和交代结构是其主要结构, 云英岩化的斑状黑云母花岗岩具有这种结构。石英斑晶被铁锂云母和黄玉交代, 但仍保留了长石的形态, 形成一种类似长石的假象。

矿石构造: 块状构造, 铁锂云母分布在云英岩中具块状构造。

## 3 成矿规律

### 3.1 成矿机理

金鸡岭地区自中生代以来发生大规模岩浆侵入活动, 形成富含稀有和有色金属的花岗杂岩体, 构造上为以酸性花岗为主的隆起区。这导致与酸性花岗质岩浆有关的大量有色、稀有、放射性元素的富集成矿, 金鸡岭地区正冲矿段是其中重要区段之一。成矿元素为锂、

铷、锡、钨, 其次是铅、锌、铜、铀等, 矿床以硅酸盐类矿物、氧化矿物为主。岩浆晚期演化阶段发生岩浆不混溶作用, 挥发性元素大量富集于岩体顶部, 可以与稀有金属形成络合物或化合物, 共同迁移和富集成矿元素。氟可以与稀有金属形成 $\text{LiF}$ 、 $\text{SnF}_4$ 、 $[\text{TaF}_7]^{2-}$ 、 $[\text{NbF}_7]^{3-}$ 等络合物, 水和二氧化碳以超临界状态存在。富含挥发性元素的熔体具有低密度、低粘度和低固结点, 能够快速向上迁移并携带成矿元素。花岗岩浆侵入后, 缓慢冷却结晶作用使残余熔体中氟和锂含量逐渐升高, 固相线温度不断下降。最终, 富含氟、锂、铷的低熔残余熔体在岩体顶部聚集形成矿床。

### 3.2 控矿因素

该地区锂多金属矿床的形成与成矿地质体、成矿构造与成矿结构面以及成矿作用等因素是分不开的, 它们往往紧密联系、相辅相成, 缺一不可。

#### 3.2.1 成矿地质体控制因素

本区成矿地质体为深部隐伏中细粒碱长花岗岩, 其与围岩呈侵入接触关系, 局部位置发育似伟晶岩壳。根据前人总结成果来看, 这类花岗岩具有富硅、钾、钠, 低钙、锰和钛, 过铝质,  $\text{ACNK} > 1$ ; 微量元素富集钨、锡、钼、铌、钽等高场强元素和部分大离子亲石元素锂、铷、铯等, 亏损钡、锶, 强烈亏损Eu, 稀土配分曲线多呈“V”型, 整体具有高分异特征。

#### 3.2.2 成矿构造与成矿结构面控制因素

本区成矿构造主要分为侵入体成矿构造系统和区域断裂构造系统。侵入体成矿构造系统包括了岩相带、岩体接触带; 区域断裂成矿构造系统包括了弧形构造系统和断裂构造系统。

成矿结构面分为成矿岩体内部原生构造带, 成矿岩体外部应力聚集带和区域性断裂界面。弧形构造系统控制了云英岩型锂多金属矿的就位, 受NE-SW向挤压应力的作用, 在早期中细粒斑状黑云母花岗岩和粗中粒斑状黑云母花岗岩中产生了一组共轭剪节理, 受围岩能干性(均质体、整体脆性、在成矿岩体岩凸部位会发生热流变)影响, 从而形成一组近平行的独特弧形裂隙, 自上而下似等间距叠置构成弧形断裂系统。因此成矿有利部位多为弧形断裂带内凹部位。总之, 云英岩型矿体的产出状态与弧形构造发育特征呈现出良好的一致性。

#### 3.2.3 蚀变作用控制因素

常见蚀变有云英岩化、铁锂云母化、钾长石化、黄玉化、萤石化和硅化等, 锂、钨、锡成矿阶段主要为钾长石化、铁锂云母化、云英岩化。

### 3.3 找矿标志

岩浆岩标志：成矿地质体一般为复式岩体中的晚期小岩体，多以岩株状、岩筒状产出，一般为灰白色或浅灰色细粒或中细粒富钠长石浅色云母花岗岩，岩石地球化学特征为超酸性、过铝质、富碱，富挥发分，稀土配分模式具有“四分组效应”等特点。

构造标志：一般在复式岩体的边部，同时，EW向构造转向NNE方向的转折端以及南北向断裂构造与北东向构造交汇处是形成此类矿床的有利部位。弧形断裂带内凹部位、岩脉汇聚方向和侧伏方向是寻找矿体的有利空间。

蚀变标志：与成矿关系密切的蚀变种类有钾长石化和云英岩化两种，云英岩化寻找锂铷多金属矿体的直接标志，其两侧发育钾长石化为找矿的间接标志。云英岩化程度越强，矿化越强。

风化标志：云英岩表面风化呈褐红色，风化后地表出现褐红色土状物。

#### 4 结论

通过分析可以看出，金鸡岭地区锂多金属矿受中侏

罗晚期高分异演化中酸性岩浆岩和NNE—近SN向区域断裂构造控制。云英岩化和钾长石化等蚀变作用不仅是锂成矿的控制因素，也是重要的找矿标志。目前锂系列产品广泛应用于电池和陶瓷、冶炼、医药、焊接、原子能等行业，对国家的经济、军事及国防安全、科技等都有着十分重大的意义。因此，笔者对金鸡岭地区锂多金属矿地质特征及成因进行探讨，以为今后该区锂矿的找矿方向提供一定的参考。

#### 参考文献

- [1]邓雪英,于光辉.安徽省淮北地区接触交代型金属矿地质特征、成矿因素分析[J].西部资源,2022(06):146-148.
- [2]王佳玲,蔡小龙,蔡佳佳.江西东沅矿区金锑多金属矿地质特征及找矿方向[J].世界有色金属,2022(23):55-57.
- [3]李昌智.川西义敦银锡多金属矿地质特征及成矿模式——以义敦夏塞银多金属矿为例[J].四川地质学报,2012,32(02):161-165.