

16-20

# 福建浦城—三都澳和崇安—石城成矿带 铅同位素特征及其地质意义

姜耀辉 陈鹤年 巫全淮 陈三元

(中国地质科学院南京地质矿产研究所·南京·210016)

p618.205  
p618.202

对浦城—三都澳和崇安—石城成矿带铜金锡多金属矿床及相关岩体的铅同位素特征作了系统研究和对比。结果表明,两成矿带不同成矿期以及同一成矿期不同区段间的铅同位素组成存在很大差异,并就此探讨了在成矿作用和岩浆作用动力学机制等地质问题中的意义。

关键词 铅同位素特征 地质意义 浦城—三都澳 崇安—石城

多金属矿床

成矿带

相继对“福建浦城—三都澳铜金银多金属成矿带成矿规律及成矿预测”<sup>[1]</sup>和“福建崇安—宁化地区金锡银铅锌成矿条件及靶区优选”<sup>[2]</sup>项目研究后发现,这两条成矿带不同成矿期以及同一成矿期不同区段间的铅同位素组成存在很大差异,并就此探讨了在成矿作用和岩浆作用动力学机制等地质问题中的意义。

## 1 概况

福建省是华夏板块的重要组成部分,自 1800Ma 前的闽浙运动形成原始华夏陆块后,经过大陆边缘增生,至晋宁晚期形成了华夏陆块。从此以后,中国南方地球动力学环境发生了巨变,由造山环境转变成拉张裂谷环境<sup>[1]</sup>,形成了华南裂谷盆地。因此,自晚元古代震旦纪起的整个加里东旋回,福建省都处在华南裂谷盆地东侧的华夏陆块西缘裂谷带中<sup>[1]</sup>,尤以西部特征更为明显,表现为一系列北北东向相互交织的盆地和隆起,如崇安—长汀盆地、永安盆地等。加里东运动使裂谷褶皱封闭,并与扬子陆块一起构成以南华造山带为缓冲部位的南方统一大陆。燕山期,福建

省又处在濒太平洋大陆边缘活动带发展阶段,且岩浆作用具有多旋回性和由南往北、由西往东的迁移性。

浦城—三都澳铜金锡多金属成矿带横贯福建省北部(图 1),系由程家洋、香炉山、东坑、松溪等白垩纪火山盆地和燕山晚期酸性—中酸性小岩体及断裂群组成的北西向构造带,大致以政和—大埔断裂为界,其西部地区为变质岩广布区,东部为中生代火山岩广布区。该成矿带自西向东分别与 3 条北东向(深)大断裂带交汇,交汇部位均为铜金锡多金属矿床(点)密集区。成矿主要与燕山期火山—侵入作用关系密切<sup>[2]</sup>。崇安—石城金锡多金属成矿带位于闽西北地区(图 1),是以崇安—石城断裂带为主体构成的北东向构造成矿带。中条晚期—四堡早期的区域变质—混合岩化作用、加里东旋回的裂谷构造热事件以及燕山期的火山侵入作用都与成矿密切相关<sup>[3]</sup>。

## 2 铅同位素组成特征

两成矿带铜金锡多金属矿床及其相关岩体的铅同位素组成及其特征如表 1、图 2、图

本文 1996 年 1 月收到,张祖明编辑。

①地质矿产部定向研究项目。

②地质矿产部“八五”攻关项目 85—01—004—9 课题。

3 所示,其采样位置如图 1 所示。其中,浦城—三都澳成矿带铜金银多金属矿床(点)均赋存于燕山期火山岩或与侵入岩的接触带中;崇安—石城成矿带加里东成矿期的矿床(点)

赋存于上太古界天井坪组和下元古界麻源群以及震旦系上统变质岩的构造破碎带中,燕山成矿期的矿床(点)均产于燕山期火山岩或火山沉积岩中。

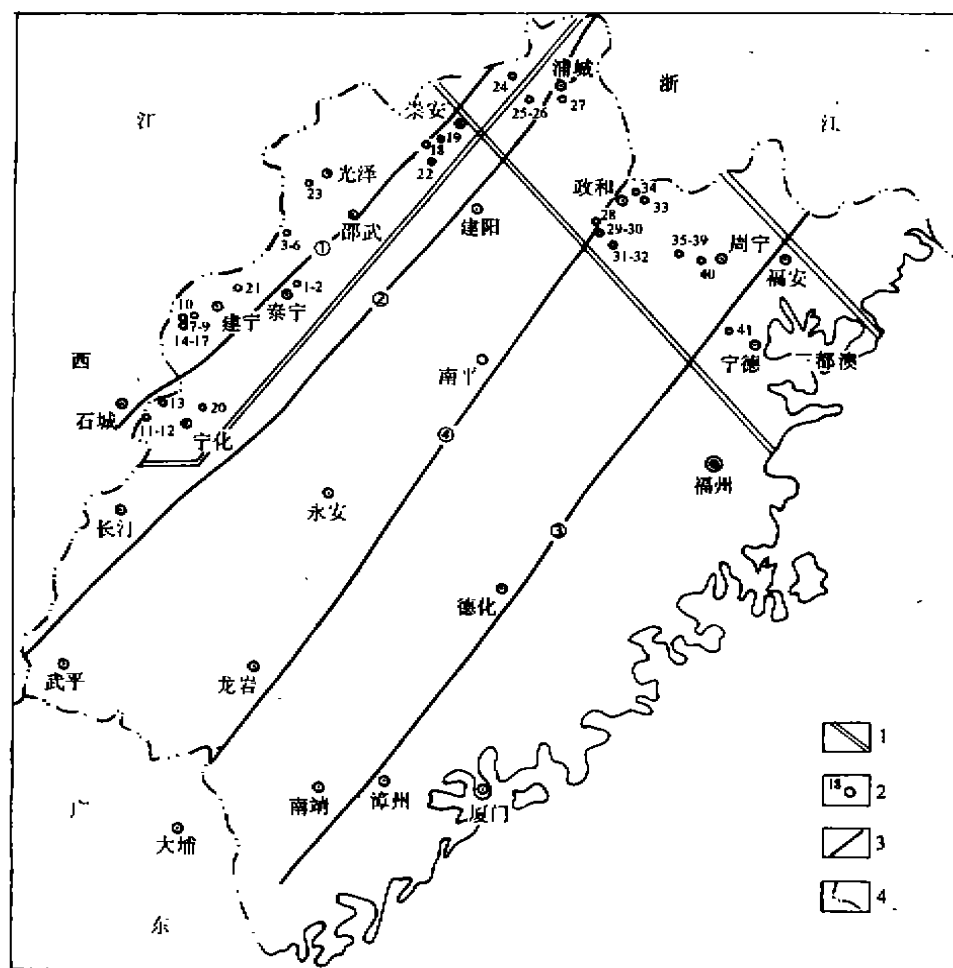


图 1 福建浦城—三都澳和崇安—石城成矿带以及样品点位置图

1—成矿带范围;2—样品点及序号(序号对应于表 1);3—(深)大断裂;4—省界;①崇安—石城断裂;②浦城—武平断裂;③福安—南靖断裂;④政和—大埔断裂

虽然上述铅同位素组成在卡农(1960)三角坐标图中均落在小三角范围内,因而均为正常普通铅,但同一成矿带不同成矿期之间以及同一成矿期不同区段之间的铅同位素组成均存在很大的差异,它们在图 2、图 3 中分布于不同的区间范围内。崇安—石城成矿带加里东成矿期铅同位素组成: $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  17.185 ~ 17.6980,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  15.2301 ~

15.7576,  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  36.6641 ~ 38.3775, 它们的模式年龄介于 859 ~ 569Ma 之间,更集中分布于 800 ~ 600Ma 之间,在图 3 中位于 600Ma 等时线左侧;崇安—石城成矿带和浦城—三都澳成矿带政和—大埔断裂以西地区(下文简称浦城—三都澳西带)燕山成矿期矿石及相关岩体铅同位素组成: $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  17.4959 ~ 18.305,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  15.3837 ~

15.7450,  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  37.7570~38.851, 模式年龄介于 680~290Ma 之间, 绝大部分属于

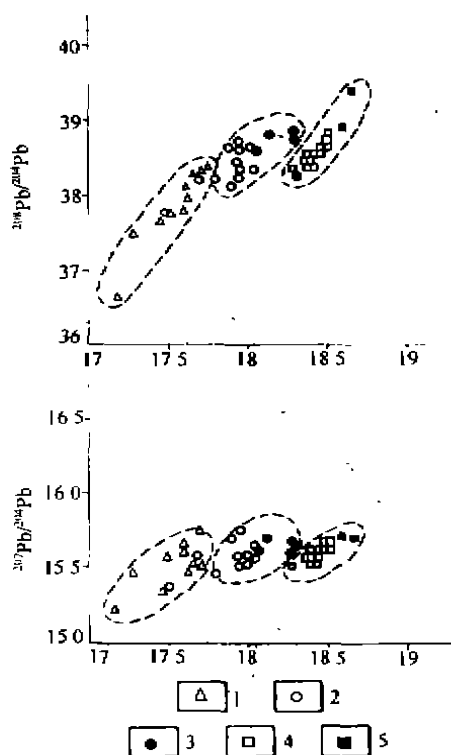


图2 福建浦城—三都澳和崇安—石城成矿带铅同位素组成对比

1—崇安—石城成矿带加里东旋回成矿期矿床(点); 2—3—崇安—石城成矿带及浦城—三都澳政和—大埔断裂以西地区燕山成矿期矿床(点)、燕山期岩体; 4—5—浦城—三都澳成矿带政和—大埔断裂以东地区燕山成矿期矿床(点)、燕山期岩体

加里东晚期, 在图3中分布于 600Ma 和 200Ma 等时线之间, 更偏向 600Ma 等时线一侧; 浦城—三都澳成矿带政和—大埔断裂以东地区(下文简称浦城—三都澳东带)燕山成矿期矿石和相关岩体铅同位素组成:  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  18.266~18.666,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  15.498~15.718,  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  38.310~39.383, 模式年龄介于 178~90Ma 之间, 在图3中分布于 200Ma 和 0Ma 等时线之间。

①地质力学所, 1992 年. 福建崇安—石城构造带中段(大埠岗—池潭水库)构造特征与金(银)矿的关系研究报告。

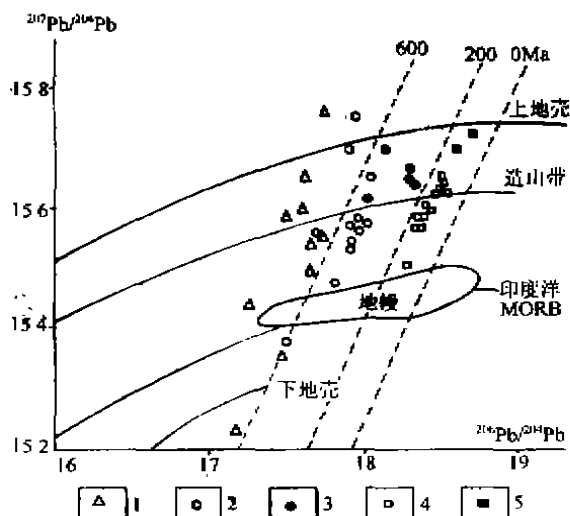


图3 铅构造模式图

(据 Doe 等<sup>[4]</sup>, 1974)

图中虚线表示单阶段模式铅等时线, 图例同图2

### 3 几点主要认识

(1) 以往一直认为崇安—石城成矿带金锡多金属矿床成矿作用以燕山期火山侵入活动为主导因素, 主成矿期发生于燕山期<sup>[5][6][7][8]</sup>。通过上述铅同位素组成研究, 结合其它成矿特征(成矿构造特征, 微量和稀土元素, 硫、氢、氧同位素特征), 我们认为该成矿带内存在加里东旋回成矿期, 并且还是比较重要的成矿期, 带内绝大部分金和部分银多金属矿产是在该成矿期形成的, 带内仅有的两个岩金矿床, 即泰宁何宝山和邵武金坑金矿床就形成于这一时期。因这些矿床(点)分布于加里东旋回裂谷带边界断裂附近, 因而我们认识到裂谷构造热事件是这类矿床成矿作用的驱动力和热力源, 并新建立了两种矿床成因类型——裂谷改造—再造型和裂谷沉积变质—热液叠加改造型, 何宝山和金坑金矿床分别是这两种新的成因类型的典型代表, 继而建立了与裂谷构造热事件有关的矿床成矿系列<sup>[3]</sup>。这类矿床(点)中铅的模式年龄比较一致, 且都为正值, 铅同位素组成也很接近, 在铅构造模式图(图3)上, 集中分布于

造山带和地幔铅曲线附近,因而具有深源特征,因此它们的模式年龄基本上代表了成矿时代<sup>[8]</sup>。由此可见,这类矿床主要是在 800~600Ma 间形成的,与裂谷带火山活动期(早

震旦世晚期—晚震旦世)相对应。

(2)铅同位素作为成矿物质来源的示踪剂是有效的。两成矿带燕山成矿期矿石铅同位素组成同相关燕山期花岗岩体的相似性以

表 1 福建浦城—三都澳和崇安—石城成矿带铜金锡多金属矿床及相关岩体铅同位素组成

| 成矿带            | 成矿期      | 矿床(点)及相关岩体 | 序号 | 测试对象  | 铅同位素组成                            |                                   |                                   | 模式年龄 (Ma) | 资料来源         |
|----------------|----------|------------|----|-------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------|--------------|
|                |          |            |    |       | $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ | $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ | $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ |           |              |
| 崇安—石城金锡多金属成矿带  | 加里东旋回成矿期 | 何宝山金矿床     | 1  | 方铅矿   | 17.2816                           | 15.4420                           | 37.4786                           | 811       | 地质力学所 (1992) |
|                |          |            | 2  | 方铅矿   | 17.4978                           | 15.5908                           | 37.7787                           | 820       |              |
|                |          | 邵武金坑金矿床    | 3  | 方铅矿   | 17.6069                           | 15.6046                           | 37.7880                           | 758       |              |
|                |          |            | 4  | 方铅矿   | 17.1857                           | 15.2301                           | 36.6641                           | 637       |              |
|                |          |            | 5  | 方铅矿   | 17.6980                           | 15.7576                           | 38.3775                           | 859       |              |
|                |          |            | 6  | 方铅矿   | 17.6035                           | 15.6450                           | 38.1441                           | 803       |              |
|                |          | 古老前金银矿点    | 7  | 方铅矿   | 17.6408                           | 15.4968                           | 38.0935                           | 609       |              |
|                |          |            | 8  | 方铅矿   | 17.4676                           | 15.3557                           | 37.7009                           | 569       |              |
|                |          |            | 9  | 矿 石   | 17.7082                           | 15.5541                           | 38.3673                           | 826       |              |
|                | 燕山成矿期    | 华光庵金矿点     | 10 | 矿 石   | 17.6689                           | 15.5497                           | 38.3140                           | 649       | 本 文          |
|                |          | 乌竹管锡矿床     | 11 | 矿 石   | 17.7660                           | 15.4704                           | 38.2152                           | 480       |              |
|                |          |            | 12 | 矿 石   | 17.9358                           | 15.5404                           | 38.4952                           | 440       |              |
|                |          | 水口里锡矿点     | 13 | 矿 石   | 17.9430                           | 15.5866                           | 38.5986                           | 500       |              |
|                |          | 华光庵斑岩金矿点   | 14 | 方铅矿   | 17.8813                           | 15.7037                           | 38.6419                           | 670       |              |
|                |          |            | 15 | 方铅矿   | 17.9320                           | 15.7450                           | 38.7666                           | 680       |              |
|                |          |            | 16 | 方铅矿   | 17.4959                           | 15.3837                           | 37.7570                           | 528       |              |
|                |          |            | 17 | 矿 石   | 17.6783                           | 15.5549                           | 38.3001                           | 649       |              |
|                |          | 塘角多金属矿点    | 18 | 矿 石   | 18.0159                           | 15.6480                           | 38.6038                           | 510       |              |
|                |          | 马山坪金矿点     | 19 | 矿化岩石  | 17.9365                           | 15.5781                           | 38.4098                           | 480       |              |
|                |          | 行洛坑黑云母花岗岩  | 20 | 长 石   | 18.299                            | 15.668                            | 38.802                            | 323       | 张理刚 (1994)   |
|                |          | 建宁陈岭花岗岩    | 21 | 长 石   | 18.302                            | 15.640                            | 38.221                            | 290       |              |
|                |          | 黄村黑云母花岗岩   | 22 | 长 石   | 18.135                            | 15.699                            | 38.851                            | 483       |              |
|                |          | 光泽黑云母花岗岩   | 23 | 长 石   | 18.039                            | 15.618                            | 38.565                            | 458       |              |
| 浦城—三都澳金锡多金属成矿带 | 燕山成矿期    | 管查铜矿床      | 24 | 方铅矿   | 18.018                            | 15.570                            | 38.386                            | 418       | 本 文          |
|                |          | 银场多金属矿床    | 25 | 方铅矿   | 17.909                            | 15.525                            | 38.158                            | 439       |              |
|                |          |            | 26 | 方铅矿   | 17.947                            | 15.558                            | 38.323                            | 450       |              |
|                |          | 浦城花岗闪长岩    | 27 | 长 石   | 18.305                            | 15.651                            | 38.783                            | 301       |              |
|                |          | 大丘埂金矿点     | 28 | 含金石英脉 | 18.383                            | 15.568                            | 38.552                            | 147       |              |
|                |          | 白仁岩金矿点     | 29 | 蚀变岩   | 18.365                            | 15.568                            | 38.455                            | 158       |              |
|                |          |            | 30 | 蚀变岩   | 18.406                            | 15.603                            | 38.544                            | 166       |              |
|                |          | 小坑金银矿点     | 31 | 方铅矿   | 18.375                            | 15.584                            | 38.466                            | 166       |              |
|                |          |            | 32 | 蚀变岩   | 18.394                            | 15.585                            | 38.425                            | 158       |              |
|                |          | 夏山铅锌矿床     | 33 | 方铅矿   | 18.476                            | 15.626                            | 38.653                            | 152       |              |
|                |          | 大红铅锌矿点     | 34 | 方铅矿   | 18.465                            | 15.647                            | 38.685                            | 178       |              |
|                |          | 芹溪—官司银铅锌矿点 | 35 | 隐爆角砾岩 | 18.266                            | 15.498                            | 38.310                            | 147       |              |
|                |          |            | 36 | 蚀变岩   | 18.462                            | 15.632                            | 38.717                            | 164       |              |
|                |          |            | 37 | 矿 石   | 18.467                            | 15.641                            | 38.774                            | 170       |              |
|                |          |            | 38 | 方铅矿   | 18.447                            | 15.623                            | 38.673                            | 164       |              |
|                |          |            | 39 | 蚀变岩   | 18.421                            | 15.590                            | 38.591                            | 147       |              |
|                |          | 周宁黑云母花岗岩   | 40 | 长 石   | 18.666                            | 15.718                            | 39.383                            | 90        | 张理刚 (1994)   |
|                |          | 羊中花岗闪长岩    | 41 | 长 石   | 18.591                            | 15.694                            | 38.925                            | 119       |              |

及矿床(点)均赋存于燕山期火山岩或火山沉积岩或岩体接触带中等特征表明,燕山期火山侵入杂岩是上述矿床(点)主要成矿物质来源之一,成矿肯定是在燕山期进行的。

(3)位于浦城—三都澳西带的浦城管查铜矿床和银场金属矿床,原先考虑到其矿石铅同位素组成和模式年龄同东带燕山成矿期相差很大,且模式年龄又属于加里东晚期,矿体除了主要分布于燕山期火山岩层内之外,还部分赋存于变质岩层中等情况,认为这两个矿床存在加里东晚期形成的矿体<sup>[9]</sup>。通过上述铅同位素组成的研究和对比,笔者认为矿体都是在燕山期形成的。它们的铅同位素组成和模式年龄虽然同浦城—三都澳东带燕山成矿期的矿石及相关岩体不同,但同崇安—石城成矿带燕山成矿期的矿石及相关岩体非常相似,成矿具明显的区域性特征。

(4)通过上述两成矿带燕山成矿期矿石及相关岩体的铅同位素特征对比后不难发现,大致以政和—大埔断裂为界,其东部地区(浦城—三都澳东带)和西部地区(浦城—三都澳西带以及崇安—石城成矿带)燕山期的铅同位素特征存在明显的差异。对铅同位素组成的变化已有广泛研究,它不仅取决于生成时代,而且更多的取决于地幔不均匀性、构造地球化学环境、地壳动力过程等因素<sup>[10]</sup>。因此,上述两地区铅同位素特征的差异性表明这两个地区燕山期岩浆作用的动力学机制等因素存在明显的差异;东区岩浆活动为幔源物质加入的裂解增生,铅模式年龄同生成

时代基本一致;西区岩浆作用则以地壳重熔、碰撞增生为主,铅同位素组成及模式年龄则决定于重熔地壳岩石的铅同位素特征。因此,西区铅模式年龄值(加里东晚期为主)表明上述重熔地壳以加里东期浅变质岩系为主体或是经加里东旋回裂谷构造热事件改造过的均一体。毛建仁等<sup>[11]</sup>曾对中国东南大陆中、新生代岩浆作用与壳幔演化动力学作过研究,倾向于将华夏板块以政和—大埔断裂为界,其西划为华夏陆块,构造环境相对稳定,其东划为东南沿海陆块,其构造环境相对活动,是比较合理的。

#### 参考文献

- 1 刘宝珺等. 中国南方古大陆沉积地壳与成矿. 北京, 科学出版社, 1993.
- 2 姜耀辉等. 福建浦城—三都澳成矿带几个成矿作用问题的探讨. 福建地质, 1994, (3).
- 3 姜耀辉等. 福建崇安—宁化地区金锡多金属矿床成矿特征和成矿规律. 火山地质与矿产, 1995, (3).
- 4 Doe BR and Stacey JS. The application of lead isotopes to the problem of ore genesis and ore prospect evaluation. A review. Econ. Geol., 1974, 69.
- 5 汪方展. 福建建宁客坊地区金矿成矿地质特征及找矿方向. 福建地质, 1991, (2).
- 6 林仟同. 邵武金坑金矿区构造控矿特征与成因探讨. 福建地质, 1993, (3).
- 7 林仟同. 福建何宝山金矿成因探讨. 福建地质, 1993, (4).
- 8 G. 福尔. 同位素地质学原理. 北京, 科学出版社, 1986.
- 9 姜耀辉等. 福建浦城—三都澳铜金银多金属成矿带成矿地球化学研究. 火山地质与矿产, 1994, (1).
- 10 张理刚等. 论“华夏古大陆”——铅同位素研究证报. 地质论评, 1994, (3).
- 11 毛建仁. 中国东南大陆中、新生代岩浆作用与壳幔演化动力学. 火山地质与矿产, 1994, (2).

### CHARACTERISTICS AND GEOLOGICAL SIGNIFICANCES OF LEAD ISOTOPES IN PUCHENG—SANDU'AO AND CHONG'AN —SHICHENG METALLOGENIC ZONE, FUJIAN

Jiang Yaohui, Chen Henian, Wu Quanhui, Chen Sanyuan

In this paper, there are many differences in the lead isotopic compositions between different ore-forming stages in the same metallogenic zone or different districts in the same ore-forming stage, by which, geological significances are probed in the geodynamical mechanism of mineralization, magmatism and so on.

**Key words:** lead isotope, geological significance, Pucheng—Sandu'ao, Chong'an—Shicheng