

# 癞子岭岩体构造地球化学及成矿特征

杜方权

(中国科学院长沙大地构造研究所)

癞子岭岩体属地穹型花岗岩类,其构造类型属张裂性质;成矿受构造、岩浆岩、地层等因素控制,以亲氧—亲铜元素富集成矿为特征;矿床具多阶段、多物质来源及多成因类型的“多因复成”特征。

关键词:岩体构造地球化学;成矿特征

## 癞子岭岩体的地质特征

癞子岭岩体位于南岭东西构造带和耒临南北构造带的复合部位,香花岭短轴背斜的北东倾伏端。香花岭背斜轴向近南北,核部由走向近东西、略呈椭圆形的寒武系浅变质岩组成,四周为古生界所围绕。区内褶皱不发育,而块状断裂十分发育,主要断裂有北东—南西向( $F_1$ )和北西—南东向( $F_2$ )两组张剪性斜向正断层及其所派生的次级断层。癞子岭岩体沿 $F_1$ 、 $F_2$ 断裂的交汇部位侵位,香花岭地区的褶皱—断裂构造控制着岩体的形成、改造和发展。

癞子岭岩体为一复式小岩株,出露面积2.2平方公里,呈椭圆形(图1),同位素年龄测定(K—Ar法)为155百万年,属燕山早期产物,其东北面与中泥盆统棋梓桥组白云质灰岩、西南面与跳马涧组砂岩呈侵入接触关系,且北缓南陡。在岩体与泥盆系碳酸盐岩的接触构造中,呈现明显的岩浆蚀留和岩浆顶沉现象。按构造成因可划分为四类。

### (一) 似整合接触构造

接触构造面平直简单,不利于成矿或形成小的矿体。

### (二) 不整合接触构造

利于含矿热液或成矿流体运移,是储矿的有利空间,控制了夕卡岩型矿床和含铍条纹岩矿床的产出。

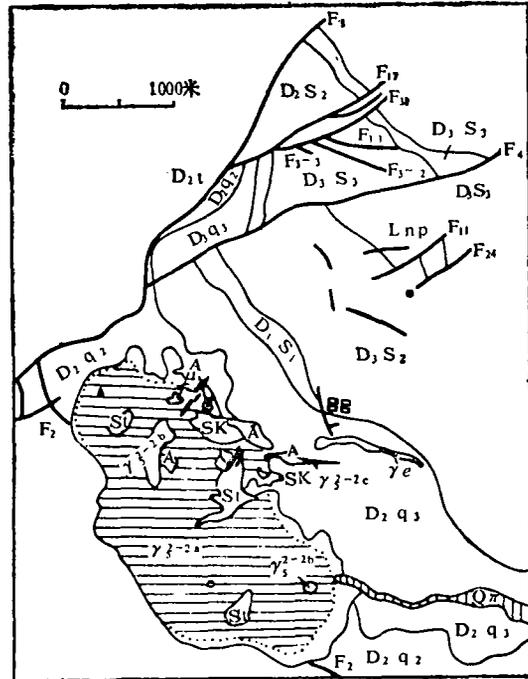


图1 癞子岭岩体地质略图

$D_2t$ —跳马涧组砂岩;  $D_2q_1$ —棋梓桥组泥质灰岩;  $D_2q_2$ —棋梓桥组白云岩;  $D_2q_3$ —棋梓桥组薄层炭质灰岩;  $D_3s$ —佘田桥组灰岩; SK—夕卡岩; St—条文岩;  $\gamma_5^{2-2a}$ —细—中粒黑云母花岗岩;  $\gamma_5^{2-2b}$ —细粒斑状黑云母花岗岩;  $\gamma_5^{2-2c}$ —细粒斑状花岗岩; A—白岗岩;  $Q\pi$ —石英斑岩;  $\gamma_e$ —细晶岩; Lnp—闪斜煌斑岩;

### (三) 顶垂体构造

系构造岩浆蚀留顶盖岩层所形成的一种侵入接触构造。岩体三面包围围岩,蚀留顶

盖岩层，其接触构造面弯曲复杂，利于矿化作用的进行，控制了含铍条纹岩矿床和热液交代型白钨矿床。

#### (四) 捕虏体构造

成矿有利的碳酸盐岩层被侵入体包围(捕虏)且与运矿构造连通时，构成矿化比较集中的环境，利于形成交代型矿体。

### 构造及岩体特征

#### (一) 构造、岩浆活动及成矿作用具多期性

本区块断活动明显且差异性大，在南部形成断陷、产生了次一级的断陷盆地，核部则不断上升隆起，所以本区在构造型式上属于块断隆起区(地穹)，其构造活动具有多期(次)性，导致岩浆多次侵入；岩浆的多次侵入，促进了构造活动的进一步发展，造成了成矿作用的多阶段演化。本区有四次岩浆侵入。

第一次为黑云母花岗岩，构成癞子岭岩体的主体，自中心向边缘、自深部至顶部大致可分出两个相带：内部相为细一中粒黑云母花岗岩、中粒黑云母花岗岩(深部)；边缘相为细粒黑云母花岗岩、细粒斑状黑云母花岗岩。与该次侵入体有关的成矿元素有

Sn、W、Bi、Mo、Be等。

第二次为钠长石化细粒斑状花岗岩，呈岩枝状侵入于主岩体之中，构成主岩体的补体，富集元素以W、Be、Sn、Bi为主。

第三次为白岗岩、石英斑岩和细晶岩，呈近东西向陡立岩脉或岩墙侵入或切割岩体边缘和围岩。白岗岩和石英斑岩以富Cu、Pb、Zn、As为特征，细晶岩则富集W、Sn、Bi、Be、Nb、Ta等元素。

第四次为闪斜煌斑岩脉侵入于围岩，经分析矿化微弱。

#### (二) 岩石化学特征

癞子岭岩体呈浅灰色—灰色，顶部及边缘自变质作用后，形成暗褐—黄褐色云英岩和白色钠长石化花岗岩。其矿物成分主要为钾长石、斜长石、石英和少量黑云母。钠长石化后常以含多量黄玉和萤石为特征。从早期到晚期由钾质花岗岩向碱长花岗岩过渡，各期次岩石的化学成分见表1。由表1可见，癞子岭岩体的化学成分有以下特征。

1. 属高硅、高氟、富碱、低铝、贫铁、镁、钙的偏碱性岩浆岩。

2. 岩体钠长石化较弱，Na/K比值低，未出现 $Na_2O > K_2O$ 的情况。

3. 与同期的湖南地洼型花岗岩相比，

癞子岭岩体岩石化学成分(%)及与同类岩石对比

表 1

| 岩体    | 岩性      | 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 |
|-------|---------|------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------|--------|------|-------------------|
| 癞子岭岩体 | 黑云母花岗岩  | 74.34            | 痕                             | 13.71                          | 0.23                           | 0.77                          |       | 0.25   | 1.35 | 3.55              |
|       | 钠长石化花岗岩 | 73.95            | 0.03                          | 13.76                          | 0.09                           | 1.71                          | 0.076 | 0.12   | 0.55 | 3.33              |
| 湖南地洼型 | 花岗岩     | 73.70            | 0.18                          | 13.57                          | 0.87                           | 1.54                          | 0.10  | 1.36   | 1.05 | 3.17              |
| 中国    | 黑云母花岗岩  | 71.99            | 0.21                          | 13.81                          | 1.37                           | 1.72                          | 0.12  | 0.81   | 1.55 | 3.42              |
| 岩体    | 岩性      | K <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | F                              | H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>  | H <sub>2</sub> O <sup>-</sup> | 烧减量   | 总计     | 资料来源 |                   |
| 癞子岭岩体 | 黑云母花岗岩  | 3.84             |                               |                                | 0.98                           | 0.3                           |       | 100.65 | 本文   |                   |
|       | 钠长石化花岗岩 | 4.5              | 0.087                         | 1.13                           | 0.74                           |                               | 0.94  | 100.01 |      |                   |
| 湖南地洼型 | 花岗岩     | 4.27             | 0.08                          |                                |                                |                               | 0.66  | 100.06 | 黄瑞华  |                   |
| 中国    | 黑云母花岗岩  | 3.81             | 0.21                          |                                | 0.6                            |                               |       |        | 黎彤   |                   |

SiO<sub>2</sub>和碱质较高，而镁、铁较低，表明该岩体是典型的地洼型花岗岩。鉴于含氟量特高，还可列入富氟类型。

4. 癞子岭花岗岩的分异指数(DI)为80.35~91.83，按Daly(1941)平均的主要火成岩分异指数标准(花岗岩DI=80，碱性花岗岩DI=93)，该岩体的碱度已超过一般的花岗岩，而趋于碱性花岗岩。

### (三) 微量元素特征

癞子岭岩体具有富含W、Sn、Nb、Ta、

Li、Be、Rb、Cs、F等元素的特征。

1. 各期次岩石主要成矿元素的含量如表2所示。主岩体的成矿元素主要为Sn、W、Bi、Mo、Be等；第二次补体侵入体中除Bi、Be外，其余均比主体低，第三次侵入的白岗岩和石英斑岩中除Sn外，W、Bi、Mo、Cu、Pb、Zn、As等均比主体高数十倍。

2. 分析资料表明，Ti、V、Co、Ni含量低于花岗岩维氏丰度值，Cr则明显偏高。

癞子岭岩体各期次岩石成矿元素含量(ppm)表

表 2

| 期次  | 侵入岩        | 分析个数 | 分析结果 |       |       |       |      |      |       |       |      | 备注                  |
|-----|------------|------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|---------------------|
|     |            |      | Be   | As    | Sn    | W     | Bi   | Mo   | Cu    | Pb    | Zn   |                     |
| 第一次 | 中一细粒黑云母花岗岩 | 33   | 8.8  | 31.73 | 65.38 | 38.18 | 15.8 | 2.79 | 30.85 | 46    | 55   | * 为定量分析数据。其他为光谱半定量。 |
| 第二次 | 钠化细粒斑状花岗岩  | 2    | 40   | 25    | 15    | 30    | 75   | 1.00 | 20    | 27    | 50   |                     |
| 第三次 | 白岗岩        | 2*   |      | 710   | <30   | 82.7  |      | 6.6  | 30    | 614   | 648  |                     |
|     | 石英斑岩       | 1    | 10   | 100   | 30    | 50    | 20   | 10   | 50    | 1000  | 100  |                     |
|     | 细晶岩        | 1*   |      | 41.30 | 49    | 309   |      | 1.3  | 22.5  | 191   | 141  |                     |
|     |            | 3    | 25   | 110   | 22    | 710   | 67   | 1    | 37    | 160   | 120  |                     |
|     | 华南燕山早期花岗岩  |      | 7.9  |       | 22.9  | 10.20 |      | 2.8  | 16    | 21.15 | 13.6 | 据南京大学               |
|     | 燕山期花岗岩     |      | 5.4  |       | 42    | 4.10  |      |      | 38    | 54    |      | 据贵阳地化所              |
|     | 花岗岩        |      | 5.5  | 1.5   | 3     | 1.50  | 0.01 | 1.00 | 20    | 20    | 60   | 据维诺格拉多夫, 1962       |

癞子岭岩体及类似岩体的微量元素含量特征

表 3

| 岩体  | 样数 | 稀土元素含量(ppm) |       |       |       |       |        |        |       |         |      |
|-----|----|-------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|---------|------|
|     |    | La          | Ce    | Pr    | Nd    | Sm    | Eu     | Gd     | Tb    | Dy      | Ho   |
| 癞子岭 | 6  | 16.63       | 43.57 | 7.67  | 14.96 | 4.73  | 0.063  | 4.37   | 1.08  | 7.58    | 1.47 |
| 尖峰岭 | 5  | 26.50       | 77.27 | 7.60  | 23.73 | 7.27  | 0.37   | 7.37   | 1.67  | 10.37   | 1.97 |
| 千里山 | 4  | 22.45       | 58.46 | 7.23  | 26.76 | 9.17  | 0.25   | 11.10  | 2.42  | 15.48   | 3.26 |
| 岩体  | 样数 | 稀土元素含量(ppm) |       |       |       |       | ΣREE   | ΣCe/ΣY | δEu   | 资料来源    |      |
|     |    | Er          | Tm    | Yb    | Lu    | Y     |        |        |       |         |      |
| 癞子岭 | 6  | 4.96        | 0.95  | 7.38  | 1.08  | 29.25 | 145.79 | 1.51   | 0.045 | 本文      |      |
| 尖峰岭 | 5  | 7.33        | 1.50  | 8.93  | 1.50  | 51.10 | 233.94 | 1.57   | 0.169 | 贵阳地化所   |      |
| 千里山 | 4  | 10.44       | 1.82  | 13.04 | 1.94  | 99.0  | 282.82 | 0.78   | 0.084 | 湘地质408队 |      |

3. 主体花岗岩中Rb平均为1348.27 ppm, Sr平均为25.25ppm, Rb/Sr比值为53.40, 补体花岗岩Rb为1903.4 ppm, Sr为

10.4ppm, Rb/Sr比值为183。故该岩体属富铷贫铯型。

### (四) 稀土元素含量特征

癞子岭岩体及其类似岩体的稀土元素含量特征见表2。

1. 癞子岭岩体的  $\Sigma Ce/\Sigma Y$  的均值为1.51, 重稀土含量较多, 说明岩体为岩浆演变后期产物。

2.  $\delta E_u$ 为0.045~0.169, 亏损极其明显、表明癞子岭岩体与尖峰岭、千里山岩体一样, 均属于硅铝层重熔岩浆经分异形成的花岗岩体。

3. 癞子岭岩体的稀土元素球粒陨石标准化分布模式(图2)呈对称的“V”字型, 稀土配分曲线有序的排列, 说明该岩体分异程度好。

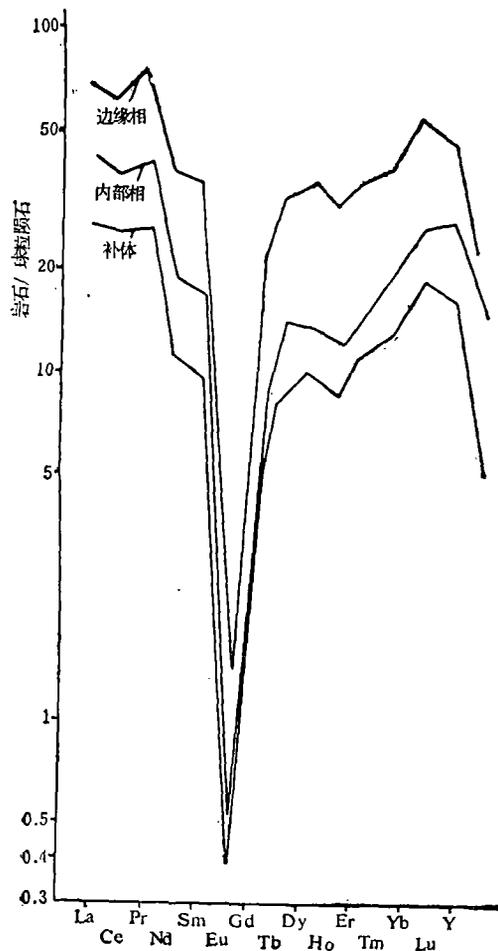


图2 癞子岭花岗岩稀土元素配分模式

## 花岗岩生成的构造应力

### 环境与岩石成分的关系

W.L.Petro等(1979)详尽、系统地研究了张裂性和挤压性板块边界深成岩套主要元素的化学特征, 认为火成岩的化学成分与其所处的构造应力环境有关, 可以利用化学成分来区分其生成的构造环境。并指出, 利用  $DI$ 、 $CaO$ 、 $K_2O + Na_2O$ 、 $CaO/(K_2O + Na_2O)$  和  $TFe(FeO)/[TFe(FeO) + MgO]$  等变量可区分张裂性和挤压性构造环境的花岗岩类。

现将癞子岭花岗岩与W.L.Petro等所研究的张裂性和挤压性花岗岩进行对比(表4)。

根据表4中各个参数的对比分析, 癞子岭花岗岩接近于典型的张裂性岩套。前已述及, 癞子岭岩体属地洼阶段的产物, 其时块断活动强烈, 张剪应力明显, 花岗岩中富含Li、Rb、Cs等亲氧元素, H.I.齐霍米罗娃(1976)的研究指出, 在空间上, Li、Rb、Cs的高含量, 是与长期上隆构造相伴生的花岗岩类的特征。而该岩体正反映了与长期隆起有关的张剪构造应力环境的特点, 属张裂性花岗岩类。本区属块断隆起区(地穹), 地穹构造特别显著, 幅度和烈度均高, 在造正构造单位过程中, 拱起运动加强了地球化学分异作用, 致使正构造单位里面的酸性及其带来的元素发育, 故以酸性的张裂性花岗岩为其特色。SiO<sub>2</sub>、K<sub>2</sub>O + Na<sub>2</sub>O含量高, 形成了以亲氧—亲铜元素, 如W、Sn、Be、Nb、Ta、Li、Rb、Cs、Cu、Pb、Zn和TR等为特征的构造地球化学区。

### 成矿特征

#### (一) 矿床分带及组合特征

癞子岭岩体自中心向外可分为4个带, 各带赋存有不同类型的矿床。

獭子岭花岗岩与典型的张裂性、挤压性岩套岩石化学特征对比表

表 4

| 类       | 型            | DI              | K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O | CaO  | CaO                                | FeO     | K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O | 资料来源               |
|---------|--------------|-----------------|------------------------------------|------|------------------------------------|---------|------------------------------------|--------------------|
|         |              |                 |                                    |      | K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O | FeO+MgO | TiO <sub>2</sub> +MgO              |                    |
| 典型挤压性岩套 | 阿留申群岛—阿拉斯加岩套 | 83.10           | 6.68                               | 2.40 | 0.382                              | 0.791   | 8.68                               | W. L. Petro (1979) |
|         | 南加利福尼亚岩基     | 83.34           | 6.91                               | 2.22 | 0.342                              | 0.829   | 8.86                               |                    |
| 典型张裂性岩套 | 不列颠群岛第三纪深成岩套 | 88.87           | 8.57                               | 1.24 | 0.152                              | 0.907   | 14.28                              | (1979)             |
|         | 冰岛深成岩套       | 91.97           | 8.40                               | 0.86 | 0.104                              | 0.928   | 17.50                              |                    |
| 獭子岭花岗岩  |              | 80.35<br>~91.83 | 7.43                               | 1.01 | 0.136                              | 0.770   | 10.08                              | 本文                 |

1. 岩体顶部裂隙带，包括原生裂隙和次生裂隙，控制了钨锡石英细脉及铁锂云母脉的分布。

2. 花岗岩体中普遍发育的云英岩化和钠长石化带，主要控制了云英岩型、花岗岩型锡矿和铌钽矿化。

3. 侵入接触构造带，赋存含铍条文岩、夕卡岩型矿床和交代型萤石白钨矿矿床。

4. F<sub>1</sub>主干断裂带，控制着锡石硫化物和铅锌硫化物矿床的产出。

与矿床分带相应的成矿元素分带由岩体向外为 Ta、Nb→W、Sn→Be→W、Mo→Sn→Zn、Pb。由此可见，与地穹型花岗岩类有关的矿床分带性十分明显，矿床产出类型有花岗岩型、云英岩型、夕卡岩型、斑岩型、石英脉型和锡石硫化物等锡多金属矿床组合。元素组合以 Sn、W、Li、Be、Nb、Ta、Rb、Cs、Cu、Pb、Zn 和 TR 等为特征。

(二) 构造成矿作用

锡矿主要的控矿构造 F<sub>1</sub> 断裂带，控制了香花岭的主要锡矿体——似层状锡石硫化物矿体。该断裂带既是导矿构造，又是配矿和储矿构造。经研究，该断裂具有多期性活动的特点，至少经历了剪性、张性、张剪性三次以上的构造活动，特别在成矿以后，F<sub>1</sub> 断裂发生了一次较大的剪切活动，断裂带中的磨光镜面、构造透镜体和片糜化现象清晰可见，形成了一条明显的绿泥石片糜岩断裂变

质带。构造岩的化学分析表明，在断裂带中，绿泥石片糜岩锡含量较高，有的达 3.8%<sup>①</sup>，且均比片状糜岩化岩和碎裂岩的锡含量高，而片状糜岩化又比断裂带上、下盘构造变动较弱的碎裂化矿化碳酸盐岩和碎裂化变质砂岩的锡含量要高。由此看来，随着构造作用的加剧，岩石断裂变质加深，锡含量也随之增高。究其原因，可能由于锡多呈氧化物形式出现，生成热较高。因此，在张剪性构造作用下的升温过程中，它的稳定性较高，而其它一些组分迁出，锡的含量则相对增高。这种成矿作用不是有用元素的带入，而是有用元素的相对富集，故谓断裂成矿作用，抑或断裂改造富化作用。

(三) 多因复成成矿特征

本区锡矿床生成后受过不同程度的变化或改造，其成矿是多阶段的，成矿物质是多来源的，且具有多成因类型。

1. 多成矿阶段：香花岭矿区经历了地槽、地台和地洼漫长的大地构造成矿演化阶段。在地壳发展的不同时期（阶段），成矿元素曾有过不同程度的分异聚集，如地槽阶段矿质的初始聚集，地台阶段的沉积、成岩成矿作用，为矿区后期地洼阶段的成矿奠定了有利的物质基此。地洼阶段强烈的构造—岩浆活动，不仅是成矿作用进行的“热库”，而且为矿化提供了丰富的物质基础，伴随大

①黄瑞华等：东南地洼区锡的构造地球化学，1985年。

量的以锡、钨为主的有色、稀有和稀土等元素的矿化作用，并对先成矿床或矿源层影响、改造和叠加富化，形成了本区以锡、钨等有色、稀有和稀土金属为特色的成矿区。

2. 多物质来源：矿区成矿均受限于寒武系和中泥盆统跳马涧组的砂页岩复理式建造，以及中泥盆统棋梓桥和余田桥组的碳酸盐岩建造里，具有明显的层控特征。铅同位素比值（7个样品） $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为17.91~19.34、 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为15.63~16.45、 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为38.82~42.58，变化范围大，亦较离散，其组成不均一，反映出以混合铅为主；用三种方法（霍姆斯—豪特曼斯法、多伊法、拉塞尔—法夸尔—卡明法）计算的四组模式年龄值变化较大，难以取得平均值，与一般正常铅有别，但又不属异常铅。选择了33个样品作硫同位素测定，结果 $\delta^{34}\text{S}$ 在5.01~-5.03%，新风矿区晚期形成的铅锌矿 $\delta^{34}\text{S}$ 值的变化范围更大。上述情况表明，成矿物质具多来源特征，既来源于地层（矿源层），亦来源于岩浆。前者是通过地洼阶段的构造—岩浆活动，导致地层中成矿组分活化转移在有利条件下富集叠加成矿。

3. 多成因类型：如前所述，矿区与地穹型花岗岩类有关的矿床，主要构成了花岗

岩型、云英岩型、斑岩型、矽卡岩型、石英脉型和锡石硫化物型等多种类型的锡多金属矿床；此外，还有沉积再造型、构造改造富化型和层控型等多种成因类型的锡多金属矿床。“多因复成”的醒目特色是具有多成矿阶段、多物质来源和多成因类型。

综上所述，香花岭地区属地洼区的块断隆起区，块断运动强烈，以断裂形式为主，其构造活动具有继承性和叠加性；癞子岭岩体属地穹型花岗岩类，生成时的构造活动环境为张裂性质；区内以亲氧—亲铜元素富集成矿为特征，其成矿受构造、岩浆岩、地层等因素控制，且具有多成矿阶段、多物质来源，以及多成因类型的“多因复成”成矿特征。

此项研究是在陈国达和吴延之教授的指导下进行的，梁述文和谢建华同志参加了研究工作，文中引用了香花岭锡矿和有色地质238队的有关资料，谨此致谢。

#### 参 考 文 献

- [1] 陈国达：《成矿构造研究法》，地质出版社，1978年。
- [2] 黄瑞华：大地构造与成矿学，1983，Vol.7，№3。
- [3] 杜方权：大地构造与成矿学，1983，Vol.7，№3。

### Tectono-geochemistry and Metallogenic Features of the Laiziling Rock Mass

Du Fangquan

The Laiziling rock mass belongs to granitoid of the geodome type and has a structural pattern of tension faulting feature. Its mineralizations were controlled by structural, and stratigraphic factors as well as by magmatic rocks and are characterized by enrichment of oxygenophile elements and chalcophile elements. The ore deposit occurred in this rock mass is a "polygenetic and orecompound ore deposit" formed in several metallogenic epoches, by a multiple genesis, and with ore forming materials from different sources.