

# 皖南铅锌多金属矿化区成矿条件及找矿预测

赵玉琛

(安徽省地矿局 322 地质队·马鞍山市)

根据主要容矿岩层黄龙组灰岩的古地理环境分析和分布甚广的志留系地层的随机模拟及岩浆岩等地质、地球化学特征,结合铅锌多金属成矿元素活化、转移和富集条件与邻近成矿带的对比等,初步认为本区找矿前景希望不大。

**关键词** 铅锌多金属矿化区 成矿条件 找矿预测 皖南

近东西走向的皖南宣(城)一郎(溪)—广(德)—泾县铅锌多金属矿化区,面积约 3000km<sup>2</sup>,处于扬子准地台皖南台褶带中。北接下扬子 Fe—Cu—S—Au 层控—夕卡岩型成矿带,南邻江南古陆(具赣东北多金属矿化区一些特征)。境内已发现 Pb、Zn、Fe、Cu、Mo 等多金属矿化点 30 多处,但经过 30 多年的反复踏勘、查证和评价,没有一处能达到小型矿床的规模。本文主要从地层、岩浆岩及蚀变等成矿背景条件分析,并在与邻近成矿带特征对比的基础上,得出找矿前景不大的初步结论。

## 地质背景及矿化类型概述

区内地层自上志留统到下三叠统出露齐全,总厚约 2500m,全部卷入近东西向的印支期“薄皮”褶皱中。背斜开阔,向斜狭窄、封闭,呈卵形隔挡式。据重、磁、卫片解译等资料,本区处于莫霍面北隆、南拗的梯级带上,发育近东西向平行展布的壳断裂或深大断裂。在燕山期块断活动中发生走向滑移,牵动其间先成印支期断褶构造呈 S 形偏转,形成单体为“工”字形,组合形式为菱形的断褶构造网络。燕山期中酸性岩浆即沿这些破裂构造侵入。物化探异常及多金属

矿化点主要沿岩体及其周边分布(图 1)。

多金属矿化点可分两种成因类型:一为岩浆期后中低温热液型,占绝大多数,矿化体多呈脉状、网脉状,容矿岩石以硅酸盐岩为主,如岩浆岩、志留系砂质碎屑岩,极少数为灰岩;另一类为层控—热液叠加型,矿化体多呈细脉浸染状,容矿岩石为碳酸盐岩(以黄龙组为主)及部分高骊山组砂质碎屑岩。

两类矿石的特征基本相似。矿石(闪锌矿、方铅矿、黄铁矿)中  $\delta^{34}\text{S}$  为  $-0.84\text{‰} \sim +8.00\text{‰}$ ,平均 3.94‰(4 个矿化岩 8 个样品),数值很集中且接近陨硫石;Co/Ni 比值为 2.6~6.2;矿石铅(3 个)与岩浆岩中长石铅(9 个)同位素组成稳定,在坎农(1961)三角图上均集中投影于正常铅范围内;据包裹体测温及矿物对硫同位素平衡温度计算,矿化温度为 108~358℃,并自岩体向围岩方向呈明显的降温序列。以上均说明矿化物质主要源自岩浆岩体。

层控—热液型矿化的矿石球粒陨石标准化配分模式具有“混血”特征,重稀土与黄龙组灰岩和高骊山组砂质碎屑岩相似,而轻稀土则与岩浆岩一致。Pb 同位素单阶段模式年龄为 430~500Ma(据 H—H 法计算),

本文 1992 年 3 月收到,张启芳编辑。

远大于岩浆岩体的年龄,表明部分成矿物质可能源自地层,即具层控性质。

由此可见,本区铅锌多金属的成矿前景,主要决定于岩浆岩体,其次为地层因素。

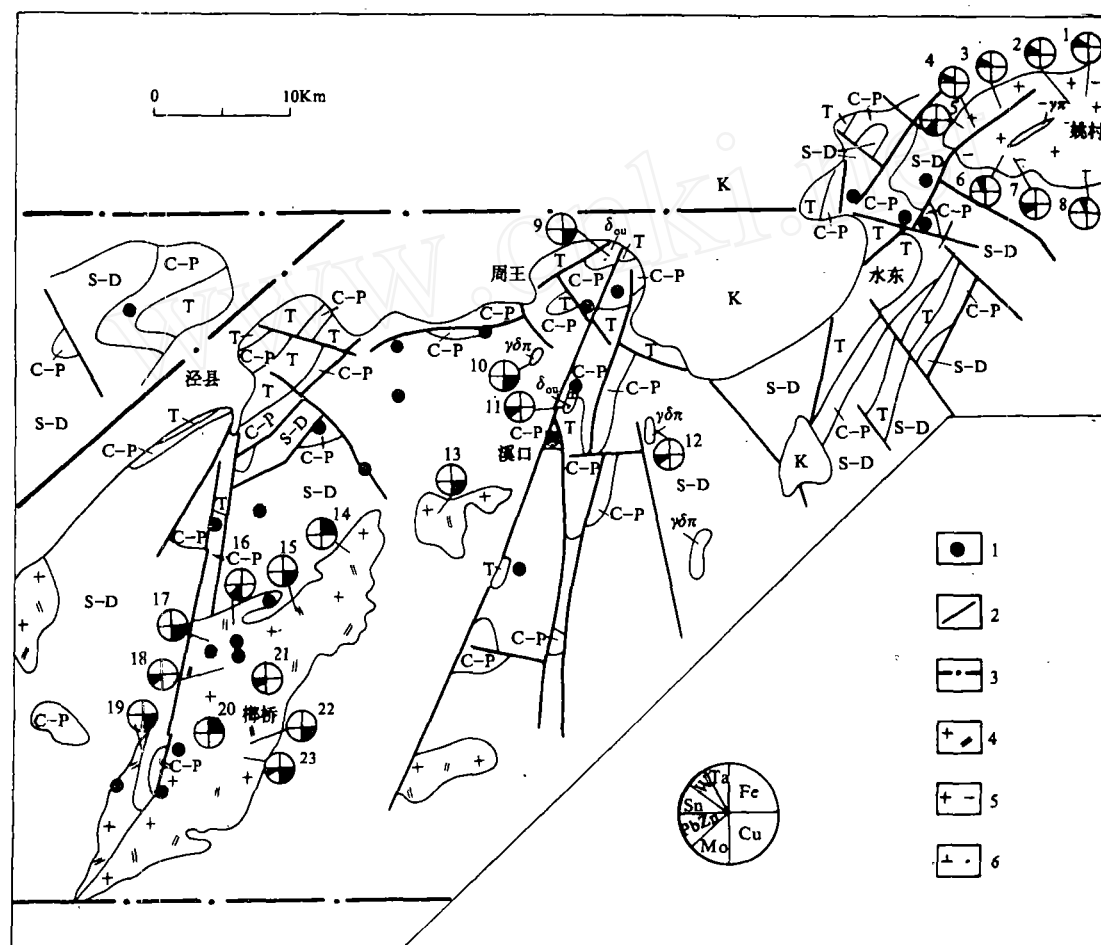


图1 皖南铅锌多金属矿化区地质构造简图

T—下三叠统殷坑组; C-P—下石炭统—二叠系; S-D—上志留统一泥盆系;  $\gamma\delta\pi$ —花岗闪长斑岩;  $\gamma\pi$ —花岗岩; K—白垩系; 1—多金属矿化点; 2—断裂; 3—壳断裂和深大断裂; 4—二长花岗岩; 5—黑云母花岗岩; 6—石英闪长玢岩; 圆圈示成矿专属性判别的矿种(涂黑区), 序号见表4。

## 成矿条件剖析

### 1. 地层条件

据地球化学有序分割、地球化学模式及对应因子结构分析,结合REE地球化学特征及铅锌多金属元素活化转移条件研究认为:上石炭统黄龙组(含船山组,下同)灰岩成矿贡献较大(约2%~5%),富集度亦

大(较背景区相对浓集系数为15.7~30.3),属有利矿化的容矿岩石<sup>[1]</sup>;志留系砂质碎屑岩分布广(占49%),厚度大(约4000m),本身虽不易矿化(相对浓集系数0.8~10),但成矿贡献最大(约8%~57%),且已证实有部分老铅转入含矿溶液中,可视为成矿来源岩石<sup>[1]</sup>。因此,分析本区找矿前景就需对这两个层位重点探讨。

(1) 黄龙组古地理环境及成矿有利性分析: 据下扬子成矿带安基山铜矿区 103 个碳酸盐分析建立的灰岩成矿有利性判别模型<sup>[1]</sup> 有利成矿的灰岩化学成分特征为 Si、Ca 质高而 Na 和 Mg/Ca 比低, 宏观上应属不纯灰岩且具白云岩化, 但不很强烈, 沉

积时海水盐度 (以  $\text{Na}_2\text{O}$  含量估计) 较低。

在古地理环境上, 本区中、晚石炭世与长江中下游成矿带同属下扬子古海沉积, 是一个北东向喇叭状的陆表海, 据地层剖面对比研究, 可分为 3 个近北东向带状延伸、古地理环境略有差异的沉积岩带 (图 2)。

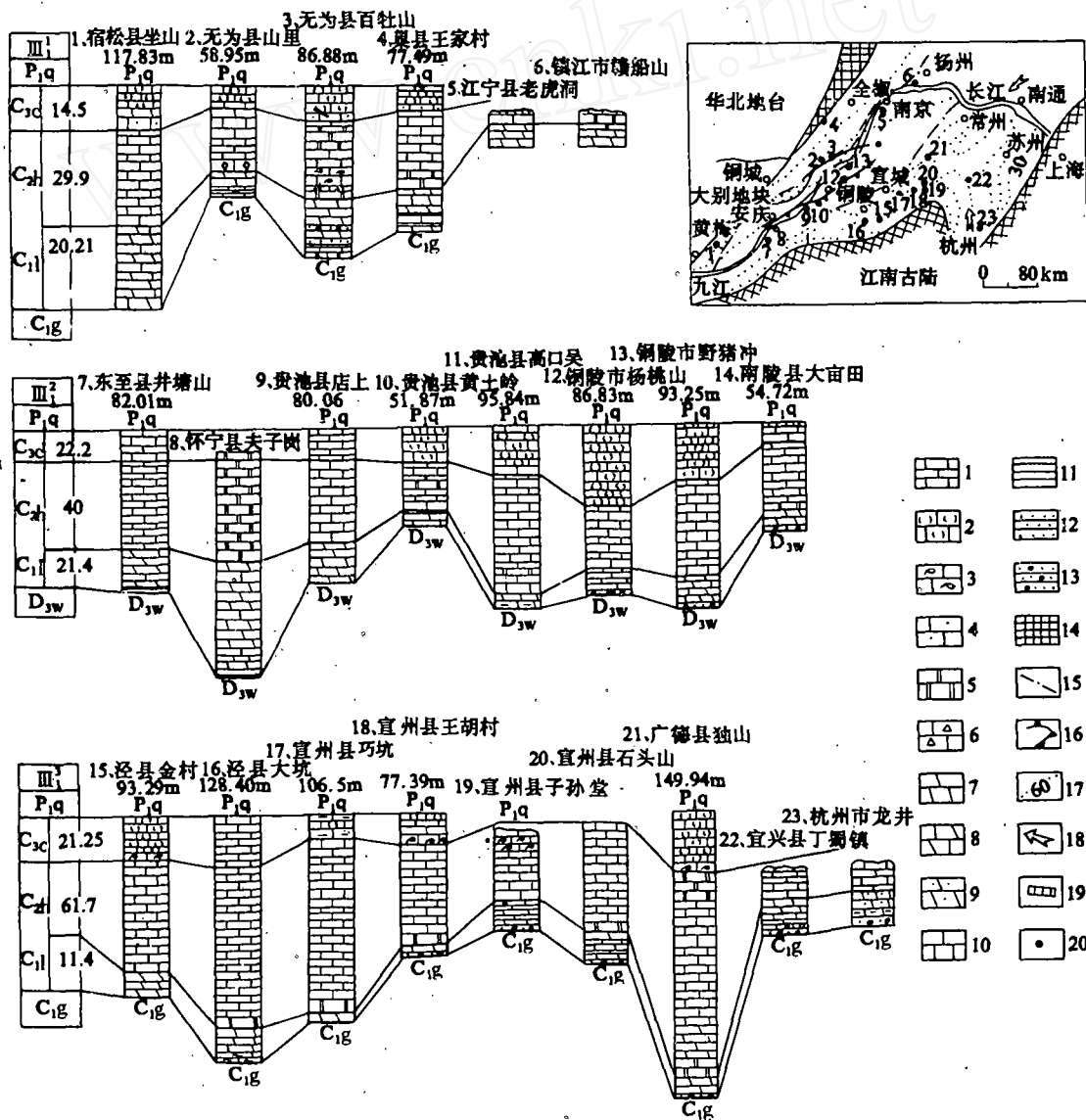


图 2 石炭纪下扬子海古地理及剖面对比

1—灰岩; 2—球状灰岩; 3—生物灰岩; 4—含砾灰岩; 5—结晶灰岩; 6—角砾状灰岩; 7—白云岩; 8—白云岩化灰岩; 9—砂屑白云岩; 10—泥灰岩; 11—页岩; 12—砂岩; 13—砂砾岩; 14—剥蚀区; 15—沉积岩带界线; 16—铜陵古岛; 17—沉积厚度线; 18—海侵方向; 19—研究区; 20—柱状剖面位置

(1)北带 (Ⅲ<sub>1</sub>): 大致自湖北黄梅以西沿长江北岸延至江苏扬州市以东, 沉积厚度平均 85m。白云岩和白云岩化灰岩约占碳酸盐地层总厚的 40%。下伏地层为连续沉积的和州组灰岩。碎屑物剥蚀源为华北地台和大别地块。

据老虎洞等剖面 13 个灰岩样品分析:  $\text{SiO}_2$  0.91% ~ 9.93%, 平均 3.8%;  $\text{Na}_2\text{O}$  0.15% ~ 0.53%, 平均 0.376%, 说明成分相对较纯、海水盐度偏高。属不利成矿岩系。

(2)中带 (Ⅲ<sub>2</sub>): 大致为下扬子成矿带范围, 沉积厚度平均 78m。白云岩或白云质灰岩约占 35%。特点是早石炭世无沉积, 为隆起的孤岛 (即所谓“铜陵古岛”), 黄龙组直接超覆于五通组之上。

铜陵等剖面 12 个灰岩样品分析:  $\text{SiO}_2$  0.2% ~ 21.24%, 平均 5.59%;  $\text{Na}_2\text{O}$  0.03% ~ 0.06%, 平均 0.043%, 反映成分不纯、海水盐度很低。属有利成矿岩系。

(3)南带 (Ⅲ<sub>3</sub>): 西起安徽青阳县以西, 向东延至苏州市、杭州市以东, 研究区位于该带中部。沉积厚度平均 111m。白云岩及白云岩化灰岩仅占 16%, 下伏连续沉积的早石炭世高骊山组海陆交替相砂质碎屑岩, 蚀源区为江南古陆。据宣州市子孙堂等剖面 10 个灰岩样品分析:  $\text{SiO}_2$  0.49% ~ 5.32%, 平均 2.10%;  $\text{Na}_2\text{O}$  0.13% ~ 0.47%, 平均 0.243%, 显示成分较纯, 沉积时海水盐度偏高。属不利成矿岩系<sup>[1]</sup>。

(2) 志留纪地层随机模拟和成矿贡献: 志留系标准剖面位于研究区南部太平县三峰庵—举坑村 (据安徽省区域地质志, 1988), 上统举坑群 ( $S_{j1}$ , 42~66 层)、中统坂村组 ( $S_{2b}$ , 23~41 层) 和下统霞村组 ( $S_{1x}$ , 1~22 层), 总厚 4066m, 是一套海进系列的砂泥质碎屑岩。区内仅出露上统和中下统, 可能是岩浆同化转移其成矿元素的对象。为研究其成矿贡献, 宜提取实测剖面中的主要沉积规律覆盖全区讨论。为此, 对实测剖面以马尔可夫

链进行了随机模拟 (图 3)。

实测剖面统计量  $-2\ln\lambda = 18.87 > 16.34$

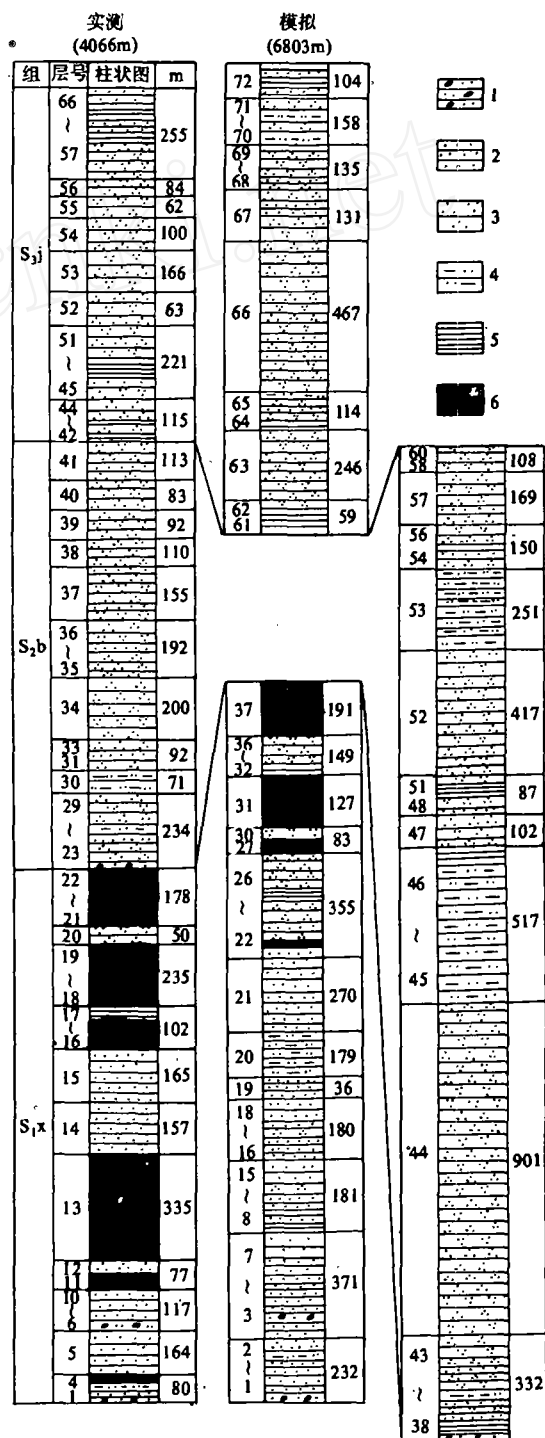
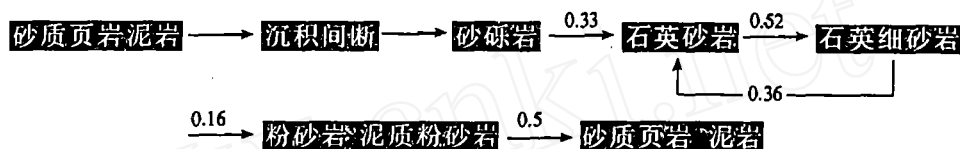


图 3 研究区志留系层型剖面的实测和模拟

1—砂砾岩; 2—石英砂岩; 3—石英细砂岩; 4—粉砂岩、泥质粉砂岩; 5—砂质页岩; 6—泥岩

( $\alpha=0.25$  之  $\chi^2$  表值), 具马氏特性。模拟剖面共 72 层, 总厚 6803m。下段 (1~37 层) 泥岩成分不及实测剖面多, 中段 (38~60 层) 石英细砂岩—粉砂岩厚度巨大, 上段 (61~72 层) 基本相似。剖面系统熵为

3.9835, 属随机型。在熵图中各岩性投影点近对角线分布, 故判断原始沉积为对称旋回类型。根据熵值, 向上、向下转移概率和左、右置换概率矩阵等特征分析知其沉积主韵律为:



(连线上的数值为转移概率, 自由概率约为 0.17)

显然是正序排列的, 显示一种递进式海侵剖面。次韵律为石英砂岩到石英细砂岩的闭旋回, 主要发育于中下段。其正向转移概率为 0.52, 逆向转移概率为 0.36, 说明当时沉积环境比较动荡, 应属潮下或浅滩等水动力高能区。

据系统取样分析, 结合模拟剖面岩性结构计算的各岩性对主要成矿元素的活化转移贡献 (表 1), 志留系下段顶部及中段应是主要的成矿来源岩段。另外, 成矿元素随沉积物颗粒变细而丰度渐增, 说明它们可能是以碎屑吸附态被捕获的。

表 1 志留系各岩性成矿元素丰度及成矿贡献估计

| 岩石类型  | 结构 (%) | 样品数 | 比重   | 成矿元素丰度( $10^{-6}$ ) |             |           | 活化转移贡献(%) |       |       |
|-------|--------|-----|------|---------------------|-------------|-----------|-----------|-------|-------|
|       |        |     |      | Cu                  | Pb          | Zn        | Cu        | Pb    | Zn    |
| 泥岩    | 15     | 9   | 2.58 | 34 / 14             | 56.2 / 36   | 57.7 / 72 | 35.44     | 39.66 | 12.82 |
| 砂质页岩  | 5      |     |      |                     |             |           |           |       |       |
| 粉砂岩   | 12     | 14  | 2.6  | 26.4 / 22           | 25.9 / 21   | 191 / 543 | 16.64     | 11.05 | 25.66 |
| 石英细砂岩 | 38     | 9   | 2.65 | 11.9 / 18.3         | 24.4 / 20.5 | 121 / 162 | 24.21     | 33.61 | 52.47 |
| 石英砂岩  | 24     | 15  | 2.65 | 16 / 12.9           | 18 / 28.3   | 33 / 49   | 20.56     | 15.66 | 9.04  |
| 砂砾岩   | 6      | 1   | 2.6  | 10                  | <0.1        | <0.1      | 3.15      | 0.02  | 0.01  |

注: 活化转移贡献按各岩性中元素转移量 (= 成矿元素丰度 × 比重 × 岩性结构比率 × 活化度) 除以各岩性总和转移量。各元素活化度为 Cu=0.49, Pb=0.29, Zn=0.71<sup>[1]</sup>。分子为元素丰度, 分母为方差。

## 2. 岩浆岩条件

区内已发现岩浆岩体 17 个, 分两类: 一类是燕山早期 (全岩 K—Ar 法年龄 134~161Ma) I 型二长花岗岩类, 多受“工”字形构造的南北向断褶束控制而呈 S 形延伸。如榔桥岩体, 主侵入期形成闪云二长花岗岩, 构成岩基; 次侵入期形成细粒黑云母花岗岩; 侵入后脉岩为花岗斑岩。另外, 在“工”字形构造的南北向断褶束与东西向壳断裂交切的三角区是一强压剪带, 分布着小岩体群, 如溪口岩体群, 它们是二长花岗岩浆强烈混染围岩的结果, 侵入于碳酸盐地层者

多为石英闪长玢岩; 砂质碎屑岩中多为花岗闪长斑岩。这类岩体主要与 Cu、Fe、PbZn、Mo 矿化有关。另一类岩体主要受东西向壳断裂控制, 燕山晚期 (Rb—Sr 等时线模式年龄为 132.21Ma)<sup>[2]</sup> 侵入。如姚村岩体属于 S—A 型花岗岩。主侵入期形成中粗粒黑云母花岗岩, 构成岩基; 次侵入期形成钾长花岗岩, 部分为晶洞花岗岩, 呈不规则状分布于岩基边缘; 侵入后脉岩为花岗斑岩、花岗细晶岩、正长斑岩及石英斑岩等。多与 W、Sn、放射性稀土矿化有关。

(1) 矿物学特征: 区内 I 型二长花岗岩

由石英(20%~30%)、钾长石(28%~40%)、斜长石(32%~38%)、黑云母(5%~9%)及角闪石(2%~7%)组成。副矿物为榍石—磁铁矿—磷灰石—锆石型,总量<2%。大多数造岩矿物多世代生长,表明岩浆有漫长的动态冷却结晶过程。据探针分析(据马鞍山矿山研究院)结果换算:角闪石属钙质阳起角闪石,黑云母属镁质黑云母。S—A型花岗岩相对偏酸偏碱性,由石

英(25%~35%)、钾长石(16%~25%)及黑云母(12%)组成。有较强的钠质自交代现象,石英与钾长石常呈文象状交生。黑云母接近铁质黑云母。

(2) 岩石化学特征:两类花岗岩均属钙碱性,组合指数1~1.35。但在若干岩石化学参数(表2)上明显不同。I型二长花岗岩的氧化系数、镁质指数和固结指数相对偏高,而长英指数、分异指数和成岩温度偏低。

表2 两类岩体岩体的岩石化学参数

| 岩体(样品数) |     | I型          |             | S—A型        |             |
|---------|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|
|         |     | 榔桥岩体(16)    | 溪口岩体群(4)    | 姚村岩体(19)    | 岩墙(11)      |
| 氧化系数    | 范围  | 24.94~92.66 | 56.56~93.77 | 14.74~65.58 | 21.83~74.59 |
|         | 平均值 | 47.54       | 73.51       | 45.18       | 42.02       |
| 长英指数    | 范围  | 33.68~94.70 | 53.8~89.64  | 81.26~98.36 | 32.37~98.77 |
|         | 平均值 | 66.49       | 70.39       | 91.49       | 95.32       |
| 镁质指数    | 范围  | 10.61~28.59 | 17.74~26.36 | 8.40~29.62  | 0~21.68     |
|         | 平均值 | 22.39       | 22.85       | 19.53       | 12.37       |
| 固结指数    | 范围  | 7.09~14.25  | 10.03~13.53 | 1.07~9.13   | 0~6.78      |
|         | 平均值 | 10.56       | 11.81       | 4.64        | 2.52        |
| 分异指数    | 范围  | 33.37~77.46 | 46.96~69.31 | 53.36~95.43 | 62.79~92.03 |
|         | 平均值 | 67.88       | 59.96       | 74.82       | 81.28       |
| 成岩温度(℃) | 范围  | 694~715     | 694~749     | 688~783     | 759~775     |
|         | 平均值 | 700         | 709         | 741         | 767         |

注:成岩温度按T·F·W·Barth(1956)法计算

(3) 地球化学模式特征:从榔桥岩体(25个样品)和姚村岩体(27个)各15个元素的地球化学模式(图4)看,前者亲铜、亲铁等成矿元素集中于主因子轴正端且皆富集(浓度系数1.5~9.2),亲石元素位于负端,多数显示亏损(0.27~0.95),表现一定程度成矿元素的原始分离作用;后者的各元素在整个因子轴上均匀分布,无从聚特征,除Mo、Ag、Cr、Pb、Nb富集(1.21~1.62)外,绝大多数元素明显亏损。值得指出:稀有元素(如Nb)为富集元素,且因子载荷也很大,说明它与稀土矿化有明显的成生联系。

在对应因子结构图上,成矿元素除Zn外,Cu、Pb、Mo、As、Ag丛集成簇团,与之联系密切的主要是榔桥岩体和溪口岩体

群的样品,而姚村岩体则与铅锌多金属矿化关系不明显。

(4) REE元素配分模式特征:两类岩体均为轻稀土富集型(表3)。但球粒陨石标准化配分模式(图5)不同。姚村岩体(序号1、2)呈V型,明显Eu亏损,接近S型花岗岩;榔桥岩体(序号4~6)为右斜的光滑曲线,无Eu异常,与I型花岗岩一致。

(5) 形成环境:据有关参数计算和投影(据本队地研所),区内I型花岗岩的暗色矿物为角闪石—黑云母型,构造环境投影于陆弧区,少数落入大陆碰撞花岗岩区;S—A型花岗岩为黑云母型,构造环境为裂谷区或受深断裂控制。在Q—Ab—Or图解上,两类岩体的样品共20个均落在低共熔区附

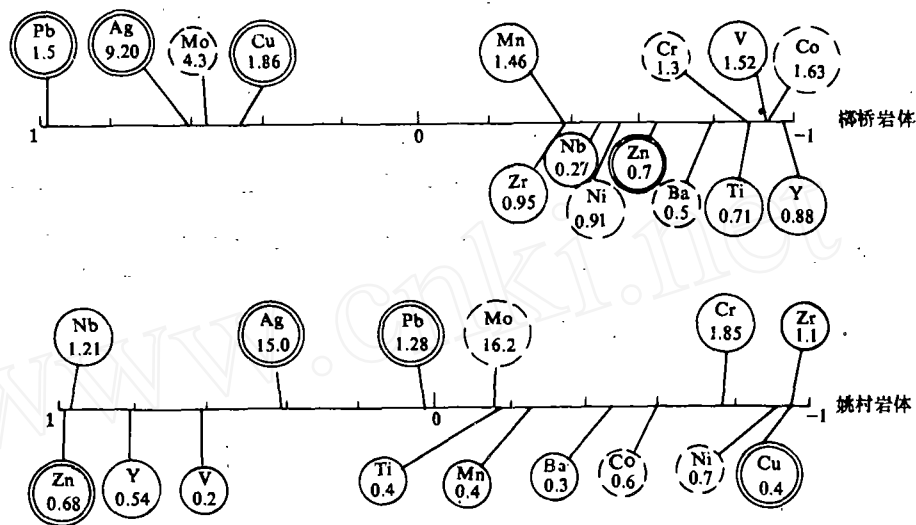


图 4 两类岩体的地球化学模式

横轴为主因子轴。线上为富集元素；线下为亏损元素。双线圆圈为亲铜元素；断线圆圈为亲铁元素；圆圈为亲石元素。圆圈大小对应浓集或亏损程度。各元素在轴上的位置即其因子载荷。0 值两侧的元素是對抗的（即负相关），相间距离愈大，对抗性愈强。

表 3 岩浆岩体稀土元素丰度( $10^{-6}$ )及统计

| 序号 | 样号              | 岩体   | 岩性    | 取样地点 | La   | Ce   | Pr    | Nd     | Sm     | Eu    | Gd    | Tb    |       |
|----|-----------------|------|-------|------|------|------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 1  | YQ <sub>1</sub> | 姚村   | 花岗岩   | 姚家塔  | 37.7 | 78.4 | 6.8   | 21.7   | 3.2    | 0.41  | 1.8   | 0.4   |       |
| 2  | YQ <sub>2</sub> |      | 石英斑岩  | 水 东  | 3.7  | 9.6  | 1.2   | 5.9    | 2.0    | 0.11  | 2.5   | 1.0   |       |
| 3  | YQ <sub>3</sub> | 榔桥   | 二长花岗岩 | 鸡眉当  | 48.6 | 69.5 | 12.5  | 52.8   | 10.2   | 1.82  | 8.8   | 1.2   |       |
| 4  | YQ <sub>4</sub> |      | 二长花岗岩 | 白 华  | 26.6 | 50.3 | 6.0   | 22.6   | 4.5    | 0.91  | 3.4   | 0.6   |       |
| 5  | YQ <sub>5</sub> |      | 二长花岗岩 | 白 华  | 29.8 | 55.6 | 6.6   | 26.5   | 4.8    | 0.96  | 3.9   | 0.9   |       |
| 6  | YQ <sub>7</sub> |      | 二长花岗岩 | 鸡眉当  | 31.4 | 65.1 | 7.7   | 34.1   | 6.5    | 1.22  | 6.5   | 1.2   |       |
| 序号 | Dy              | Ho   | Er    | Tm   | Yb   | Lu   | Y     | ∑REE   | LREE   | HREE  | L/H   | (ΔEu) | La/Sm |
| 1  | 1.77            | 0.39 | 1.5   | 0.33 | 1.77 | 0.35 | 9.9   | 156.52 | 148.21 | 8.31  | 17.83 | 0.51  | 11.78 |
| 2  | 3.49            | 0.79 | 2.8   | 0.55 | 3.00 | 0.59 | 17.96 | 37.23  | 22.51  | 14.72 | 1.52  | 0.16  | 1.85  |
| 3  | 6.41            | 1.22 | 3.4   | 0.69 | 3.40 | 0.56 | 36.50 | 221.10 | 195.42 | 25.68 | 7.60  | 0.62  | 4.76  |
| 4  | 2.93            | 0.52 | 1.7   | 0.39 | 1.61 | 0.30 | 15.12 | 122.36 | 110.91 | 11.45 | 9.68  | 0.74  | 5.91  |
| 5  | 3.44            | 0.64 | 2.3   | 0.46 | 1.86 | 0.37 | 17.26 | 138.13 | 124.26 | 13.87 | 8.95  | 0.71  | 6.20  |
| 6  | 5.53            | 1.23 | 3.0   | 0.56 | 2.56 | 0.42 | 29.97 | 167.02 | 146.02 | 21.00 | 6.95  | 0.62  | 4.83  |

分析单位：安徽省地矿局测试中心。

近，其中 I 型花岗岩大致与 1kb 压力线接近，而 S—A 型花岗岩投影点较分散，并与 5kb 压力线接近，反映其形成深度较大。

(6) 成矿专属性判别：据花岗岩类成矿专属性判别模型<sup>[3]</sup>计算的区内岩浆岩体，共 23 个样品的判别概率（表 4，参见图 1）可见：I 型的榔桥岩体、溪口岩体群及部分脉岩与 Fe、Gu、Pb、Zn、Mo 矿化关系密

切；而姚村岩体及其亲缘脉岩则与 Sn(W)、稀土矿化有关。

### 3. 蚀变及成矿元素的活化、迁移和富集条件

区内岩体及接触带普遍有热变质及蚀变现象。其中 S—A 型花岗岩表现为大面积的钠长石化，分带不甚明显；而 I 型花岗岩则有明显的多期蚀变和分带。以榔桥岩体为

表4 岩浆岩体成矿专属性判别概率

| 序号 | 样品号  | 岩体   | 一级判别模型 |       |       |       | 二级判别模型 |       |       |       |       |
|----|------|------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
|    |      |      | Fe     | Cu    | MPZ   | SWTR  | Mo     | PbZn  | Sn    | W     | TR    |
| 1  | D311 | 姚村岩体 | 0.000  | 0.000 | 0.006 | 0.993 |        |       | 0.996 | 0.003 | 0.000 |
| 2  | GS62 |      | 0.000  | 0.000 | 0.000 | 0.999 |        |       | 0.999 | 0.000 | 0.000 |
| 3  | GS61 |      | 0.000  | 0.000 | 0.002 | 0.997 |        |       | 0.981 | 0.019 | 0.000 |
| 4  | YQ9  |      | 0.000  | 0.000 | 0.000 | 0.999 |        |       | 0.968 | 9.931 | 0.000 |
| 5  | YQ3  |      | 0.000  | 0.000 | 0.999 | 0.000 | 1.000  | 0.000 |       |       |       |
| 6  | GS50 |      | 0.000  | 0.009 | 0.018 | 0.971 |        |       | 0.000 | 0.000 | 0.999 |
| 7  | YQ12 |      | 0.000  | 0.000 | 0.996 | 0.002 | 0.000  | 1.000 |       |       |       |
| 8  | GS47 |      | 0.000  | 0.015 | 0.067 | 0.916 |        |       | 0.000 | 0.000 | 0.999 |
| 9  | X22  | 溪口岩体 | 0.001  | 0.911 | 0.086 | 0.000 |        |       |       |       |       |
| 10 | X20  |      | 0.067  | 0.864 | 0.067 | 0.000 |        |       |       |       |       |
| 11 | X23  |      | 0.000  | 0.233 | 0.755 | 0.011 | 0.000  | 1.000 |       |       |       |
| 12 | X21  |      | 0.000  | 0.082 | 0.917 | 0.000 | 0.000  | 1.000 |       |       |       |
| 13 | YQ13 | 榔桥岩体 | 0.000  | 0.894 | 0.105 | 0.000 |        |       |       |       |       |
| 14 | YQ1  |      | 1.000  | 0.000 | 0.000 | 0.000 |        |       |       |       |       |
| 15 | Z27  |      | 0.000  | 0.783 | 0.215 | 0.001 |        |       |       |       |       |
| 16 | Z25  |      | 0.000  | 0.008 | 0.991 | 0.000 | 1.000  | 0.000 |       |       |       |
| 17 | Z24  |      | 0.000  | 0.981 | 0.018 | 0.000 |        |       |       |       |       |
| 18 | Z30  |      | 0.000  | 0.016 | 0.899 | 0.064 | 0.000  | 1.000 |       |       |       |
| 19 | YQ7  |      | 0.000  | 0.952 | 0.047 | 0.000 |        |       |       |       |       |
| 20 | YQ2  |      | 1.000  | 0.000 | 0.000 | 0.000 |        |       |       |       |       |
| 21 | Z23  |      | 0.000  | 0.199 | 0.800 | 0.000 | 0.000  | 1.000 |       |       |       |
| 22 | YQ5  |      | 0.000  | 0.884 | 0.115 | 0.000 |        |       |       |       |       |
| 23 | YQ6  |      | 0.000  | 0.597 | 0.402 | 0.000 |        |       |       |       |       |

表5 蚀变分带及成矿元素丰度

| 蚀变类型                |     | 矿物组合                        | 样品数 | 成矿元素丰度( $10^{-6}$ ) |        |        | 相对富集系数 |       |       |
|---------------------|-----|-----------------------------|-----|---------------------|--------|--------|--------|-------|-------|
|                     |     |                             |     | Cu                  | Pb     | Zn     | Cu     | Pb    | Zn    |
| 早期蚀变<br>(角岩化)       | 接触带 | 石英—绢云母角岩、堇青石角岩大理岩           | 3   | 2.5                 | 30     | 50     | 0.08   | 1.21  | 1.06  |
|                     | 岩体内 | 绿帘石+碱性长石                    | 9   | 2.5                 | 20     | 50     | 0.08   | 0.81  | 1.06  |
| 中期蚀变<br>(绿盘岩化)      | 上   | 钠长石+钾长石+绿帘石+透闪石+阳起石+绿泥石+黄铁矿 | 6   | 96.97               | 1833.3 | 833.3  | 2.92   | 73.9  | 17.73 |
|                     | 中   | 钠长石+绿帘石+绿泥石+黄铁矿             | 5   | 49.14               | 181.85 | 185.19 | 1.49   | 7.33  | 3.94  |
|                     | 下   | 钠长石+绿帘石+绿泥石+方解石+黄铁矿         | 3   | 47.35               | 100    | 73.53  | 1.43   | 4.03  | 1.56  |
| 晚期叠加蚀变<br>(硅化—云英岩化) | 上   | 白云母(绢云母)+石英+黄铁矿             | 8   | 135.45              | 2309.1 | 400    | 4.08   | 93.11 | 8.51  |
|                     | 中   | 白云母+钾长石+石英                  | 5   | 12.14               | 1464.3 | 685.7  | 2.17   | 59.03 | 14.58 |
|                     | 下   | 石英+绢云母                      | 6   | 61.25               | 611.88 | 334.38 | 1.85   | 24.67 | 7.11  |

注：相对富集系数是对榔桥岩体新鲜岩平均丰度(Cu=33.2, Pb=24.8, Zn=47)而言。

例，蚀变可分3期：早期为接触变质和碱质交代，发育于岩体内部裂隙带或围岩接触带中，面、带型展布，形成无矿的绢英岩（岩体内）和堇青石角岩等，影响范围数百米至数千米，并随远离接触带强度骤减。成矿元素大部分为气液分馏并被造岩矿物捕获形成弱矿化带，部分元素（如铜）活化迁出（表5）；中期为绿盘岩化，发生在补充侵入期细粒花岗岩之后，线带型，影响宽度数十米，

自下而上钾长石、阳起石、绿帘石、黄铁矿、方铅矿、闪锌矿等含量渐增，成矿元素Cu、Pb、Zn、Ag、As等丰度亦相应增高，分别为新鲜岩石的1.43~73.9倍，表现了明显地活化转移和富集；晚期为叠加蚀变，发育于岩体顶部边缘相和外接触带，以硅化、云英岩化为主，线型产出，宽数十米。主要成矿元素进一步富集，为新鲜岩石的1.85~93.11倍。



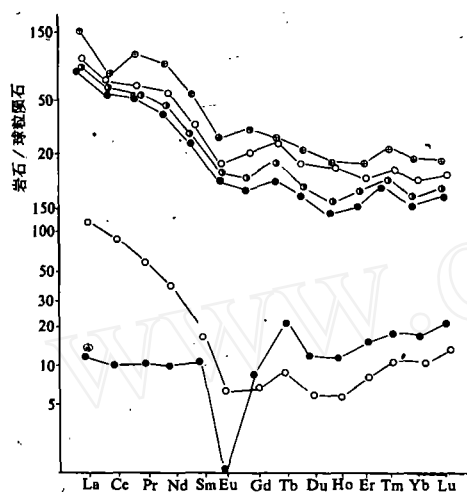


图5 岩浆岩的球粒标准化REE配分模式

表6 成矿有关岩体元素丰度及对比

| 地 区     | 岩体数   | 样品数 | 成矿元素丰度( $10^{-6}$ ) |       |       |       |      |
|---------|-------|-----|---------------------|-------|-------|-------|------|
|         |       |     | Cu                  | Pb    | Zn    | Mo    | Ag   |
| 下扬子成矿带  | 9     | 145 | 81.9                | 74.5  | 135.5 | 3.4   |      |
| 赣北 区    | 7     | 16  | 165.1               | 31.8  | 112.4 | 21.85 |      |
| 南 岭 区   | 9     | 9   | 174.8               | 308.9 | 261.5 |       |      |
| 内 蒙 乌 山 | 二长花岗岩 | 15  | 101                 | 17.6  | 58    | 18.7  | 0.46 |
| 本 区     | 14    | 69  | 20.4                | 31.4  | 41.8  | 4.8   | 0.28 |

资料来源：下扬子成矿带据安徽省区域地质志（1987），赣北区据叶庆同（1987），南岭区据地矿部铅锌矿专题组（1985），内蒙乌山据王之田（1988）。

## 找矿前景预测

1. 从地层角度看，有利成矿的黄龙组和能提供成矿物质来源的志留系中，成矿元素原始丰度均低于邻近的长江中下游成矿带和赣东北多金属成矿区约1个数量级<sup>[1]</sup>。

2. 区内岩浆岩虽与矿化关系十分密切，且随蚀变加强成矿元素明显活化迁移和富集，但与国内著名的多金属典型矿床有关岩体比较（表6），其原始丰度也低出约1个数量级。故本区成矿物质来源先天不足，形成一定规模矿床的潜力极为有限。

3. 从成因矿物学及找矿矿物学角度看，岩体中的黑云母、角闪石等处于无水硅

酸盐向含水硅酸盐转化的最初阶段，直接反映成岩作用物化条件的改变和造矿元素沉淀的特征，一定意义上可视为成矿作用的标型矿物。本区角闪石、黑云母单晶的探针分析中，主要成矿元素均未检出，说明岩浆中造矿元素浓度很低。另外，区内黑云母在 $(\text{Mg}+\text{Ti}) \times 100 - (\text{Mg}+\text{Ti}) / \text{Si}$ 图解上均落入邢凤鸣（1991）统计的Ⅱ类黑云母中，这类黑云母多出现于无矿花岗岩区<sup>[4]</sup>，再按 $\text{Fe}^{3+} - \text{Fe}^{2+} - \text{Mg}$ 图解（洪大卫，1982）投影，区内黑云母（5个）也落在无矿花岗岩区。其中榔桥岩体的黑云母投影点接近与铁、铜矿有关花岗岩的上部边缘；而姚村岩体黑云母则介于它与钨、锡、铋钼矿有关花岗岩区的夹缝中。此结果与前述判别模型法一致。

又据 $\text{SiO}_2 - \rho(\text{Na} / \text{K})$ 相关法<sup>[5]</sup>判断，区内岩体样品（20个）绝大多数投影在无矿区，仅榔桥岩体（1个）和溪口岩体群（2个）落在 $\text{Fe}-\text{Cu}-(\text{Pb}, \text{Zn})$ 成矿线附近。

4. 区内多金属矿化点主要由分散的矿化脉构成，伴随的蚀变带多呈狭窄的线型，面型很少。主要矿化脉上的成矿元素呈多显对数衰减模式，即距矿化脉很短的范围内，元素含量迅速衰减到背景值附近，显然成矿物质来源不足。

5. 根据地球化学累乘晕方法 $(\ln \frac{\text{Ba} \times \text{Pb} \times \text{Zn} \times 10^2}{\text{Cu} \times \text{Mo} \times \text{W}})$ 研究的一些矿化点和主要化探异常，大多数表现出尾晕元素组合（即Pb、Zn异常上叠加Cu—Mo—W异常）特征，（据本队地研所，1991），表明深部有隐伏矿的可能性也很小。

综上所述，本区地层条件差，岩浆岩成矿条件也不好，虽有不少铅锌多金属矿化点，但形成一定规模矿床的可能性很小，找矿前景不容乐观。

（下转第35页）

$G(\omega_n^2)$ 值

|     | 0.01  | 0.02  | 0.03  | 0.04  | 0.05  | 0.06  | 0.07  | 0.08  | 0.09  | 0.10  |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 0.1 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.003 | 0.004 | 0.006 | 0.008 |
| 0.2 | 0.011 | 0.014 | 0.018 | 0.022 | 0.027 | 0.032 | 0.038 | 0.044 | 0.054 | 0.058 |
| 0.3 | 0.066 | 0.073 | 0.082 | 0.090 | 0.099 | 0.108 | 0.118 | 0.127 | 0.137 | 0.147 |
| 0.4 | 0.157 | 0.167 | 0.177 | 0.186 | 0.198 | 0.208 | 0.219 | 0.229 | 0.239 | 0.250 |
| 0.5 | 0.260 | 0.270 | 0.280 | 0.291 | 0.301 | 0.311 | 0.320 | 0.330 | 0.340 | 0.350 |
| 0.6 | 0.359 | 0.368 | 0.378 | 0.387 | 0.396 | 0.405 | 0.414 | 0.422 | 0.431 | 0.439 |
| 0.7 | 0.448 | 0.456 | 0.464 | 0.472 | 0.480 | 0.488 | 0.495 | 0.503 | 0.510 | 0.518 |
| 0.8 | 0.525 | 0.532 | 0.539 | 0.546 | 0.553 | 0.559 | 0.566 | 0.572 | 0.579 | 0.585 |
| 0.9 | 0.591 | 0.597 | 0.603 | 0.609 | 0.614 | 0.620 | 0.626 | 0.631 | 0.637 | 0.642 |
| 1.0 | 0.647 | 0.652 | 0.657 | 0.662 | 0.667 | 0.672 | 0.677 | 0.681 | 0.686 | 0.690 |
| 1.1 | 0.695 | 0.699 | 0.703 | 0.708 | 0.712 | 0.716 | 0.720 | 0.724 | 0.728 | 0.732 |
| 1.2 | 0.735 | 0.739 | 0.743 | 0.746 | 0.750 | 0.753 | 0.757 | 0.760 | 0.764 | 0.767 |
| 1.3 | 0.770 | 0.773 | 0.776 | 0.779 | 0.782 | 0.785 | 0.788 | 0.791 | 0.794 | 0.797 |
| 1.4 | 0.800 | 0.802 | 0.805 | 0.808 | 0.810 | 0.813 | 0.815 | 0.818 | 0.820 | 0.823 |
| 1.5 | 0.825 | 0.827 | 0.830 | 0.832 | 0.834 | 0.836 | 0.839 | 0.841 | 0.843 | 0.845 |
| 1.6 | 0.847 | 0.849 | 0.851 | 0.853 | 0.855 | 0.857 | 0.859 | 0.860 | 0.862 | 0.864 |
| 1.7 | 0.866 | 0.867 | 0.869 | 0.871 | 0.873 | 0.874 | 0.876 | 0.877 | 0.879 | 0.880 |
| 1.8 | 0.882 | 0.884 | 0.885 | 0.886 | 0.888 | 0.889 | 0.891 | 0.892 | 0.893 | 0.895 |
| 1.9 | 0.896 | 0.897 | 0.899 | 0.900 | 0.901 | 0.902 | 0.904 | 0.905 | 0.906 | 0.907 |
| 2.0 | 0.908 | 0.910 | 0.911 | 0.912 | 0.913 | 0.914 | 0.915 | 0.916 | 0.917 | 0.918 |
| 2.1 | 0.919 | 0.920 | 0.921 | 0.922 | 0.923 | 0.924 | 0.925 | 0.926 | 0.927 | 0.928 |
| 2.2 | 0.928 | 0.929 | 0.930 | 0.931 | 0.932 | 0.933 | 0.933 | 0.934 | 0.935 | 0.936 |
| 2.3 | 0.937 | 0.937 | 0.938 | 0.939 | 0.940 | 0.940 | 0.941 | 0.942 | 0.942 | 0.943 |
| 2.4 | 0.944 | 0.944 | 0.945 | 0.946 | 0.946 | 0.947 | 0.948 | 0.948 | 0.949 | 0.949 |
| 2.5 | 0.950 | 0.951 | 0.951 | 0.952 | 0.952 | 0.953 | 0.953 | 0.954 | 0.955 | 0.955 |
| 2.6 | 0.956 | 0.956 | 0.957 | 0.957 | 0.958 | 0.958 | 0.959 | 0.959 | 0.960 | 0.960 |
| 2.7 | 0.960 | 0.961 | 0.961 | 0.962 | 0.962 | 0.962 | 0.963 | 0.963 | 0.964 | 0.964 |
| 2.8 | 0.965 | 0.965 | 0.966 | 0.966 | 0.966 | 0.967 | 0.967 | 0.967 | 0.968 | 0.968 |
| 2.9 | 0.969 | 0.969 | 0.969 | 0.970 | 0.970 |       |       |       |       |       |

例：当  $\omega_n^2=0.29$  时， $G(\omega_n^2)=0.054$ ，即表中标明 0.2 的这一行与标明 0.09 的这一列的交叉值。

(上接第 23 页)

#### 参考文献

- [1] 赵玉琛, 矿产与勘查, 1991, 第 3 期, 第 24~33 页
- [2] 章帮桐等, 南京大学学报, 1988, 第 1 期, 第 180~195 页
- [3] 赵玉琛, 矿产与地质, 1992, 第 1 期
- [4] 邢凤鸣, 矿物岩石, 1991, 第 1 期, 第 29~36 页
- [5] 陈大经, 地质与勘探, 1980, 第 11 期, 第 14~17 页

### Metallogenic Setting and Prognosis of the Pb-Zn Polymetallic Mineralized Area, Southern Anhui

Zhao Yushen

Based upon our investigations of palaeogeological environmental analysis of the host rock (the limestone of the Huanglong Formation), stochastic simulation of the widely distributed Silurian Strata and geological-geochemical characteristics of magmatites, and integrated with a comparison of conditions for the activation-migration-enrichment of the metallogenetic elements in the Pb-Zn polymetallic deposits with those in the neighbouring metallogenic belts, it is tentatively believed that the prospect for ore-finding in this area is not hopeful.