

# 湖南枞树板铅锌矿区构造特征 及控矿条件研究

陈柏林<sup>①</sup> 李玉生<sup>②</sup> 董法先<sup>①</sup> 刘建民<sup>①</sup>

刘友勋<sup>②</sup> 许顺山<sup>①</sup> 李建中<sup>②</sup>

(<sup>①</sup> 中国地质科学院地质力学研究所 <sup>②</sup> 湖南省湖南地质勘察院)

**摘要** 枞树板铅锌矿处于 EW 向山河复背斜和 SN 向西山复背斜复合部位。围岩为震旦系浅变质碎屑岩。NE 向压扭性断裂是铅锌矿体的控矿及赋矿构造,富矿体产在控矿断裂较宽大且较破碎的部位,受构造透镜体控制;富矿体长轴向 SW 侧伏,侧伏角 50°—60°,长宽比为 2:1, 出露标高向 SW 次第降低呈斜列之势;稀土元素、微量元素和硫、铅同位素特征显示成矿物质主要来自千里山花岗岩,成矿时代为燕山早期(155—170Ma),成矿温度 168—244°C,属岩浆期后中低温热液矿床,是千里山岩体岩浆成矿系列(东坡矿田)的组成部分。花岗斑岩脉晚于铅锌矿脉侵位于 NE 向断裂中,局部穿切并破坏矿脉。区域上成矿、找矿有利部位是燕山早期小岩体周围或地下 3—5km 处并有隐伏岩体发育的地区。

**关键词** 枞树板铅锌矿 岩浆热液矿床 燕山早期 富矿体

## 0 引言

湖南枞树板铅锌矿区位于杨子古陆与华夏古陆之间的华南褶皱系北缘,湘东南加里东褶皱带和湘中、湘南印支褶皱带交接部位<sup>[1]</sup>。区域构造为近 EW 向褶皱之上复合了 NE 向褶皱和 NNE 向断裂构造<sup>[1][2]</sup>。铅锌矿床受区域隆起带、基底断裂和构造-岩浆岩带的控制。区内砂卡岩型和层控热液型矿床大多赋存于褶皱构造或断裂构造的复合部位,而各种脉状矿床赋存在主干断裂、低级序断裂、层间破碎带、X 型扭裂隙及裂隙交叉部位。枞树板铅锌矿区处于著名的东坡多金属矿田的东北侧外围,是湘南地区新发现的大型铅锌矿床<sup>[2-5]</sup>。

矿区地层为震旦系浅变质碎屑岩,内含多条 NE 向花岗斑岩脉。南西侧为千里山花岗岩,东北侧有高垄山花岗岩,矿区深部 3—5km 处据物探推测有隐伏岩体。

1997 年 10 月 28 日收稿,1998 年 3 月 26 日修改稿

地质矿产部定向研究项目(地科定 94—13)部分成果

<sup>①</sup> 湖南区调队,1:20 万郴县幅区调报告,1969

<sup>②</sup> 地质力学研究所、湘南地质勘察院,湖南郴县枞树板地区地质构造特及富铜锌矿控矿条件研究,1996

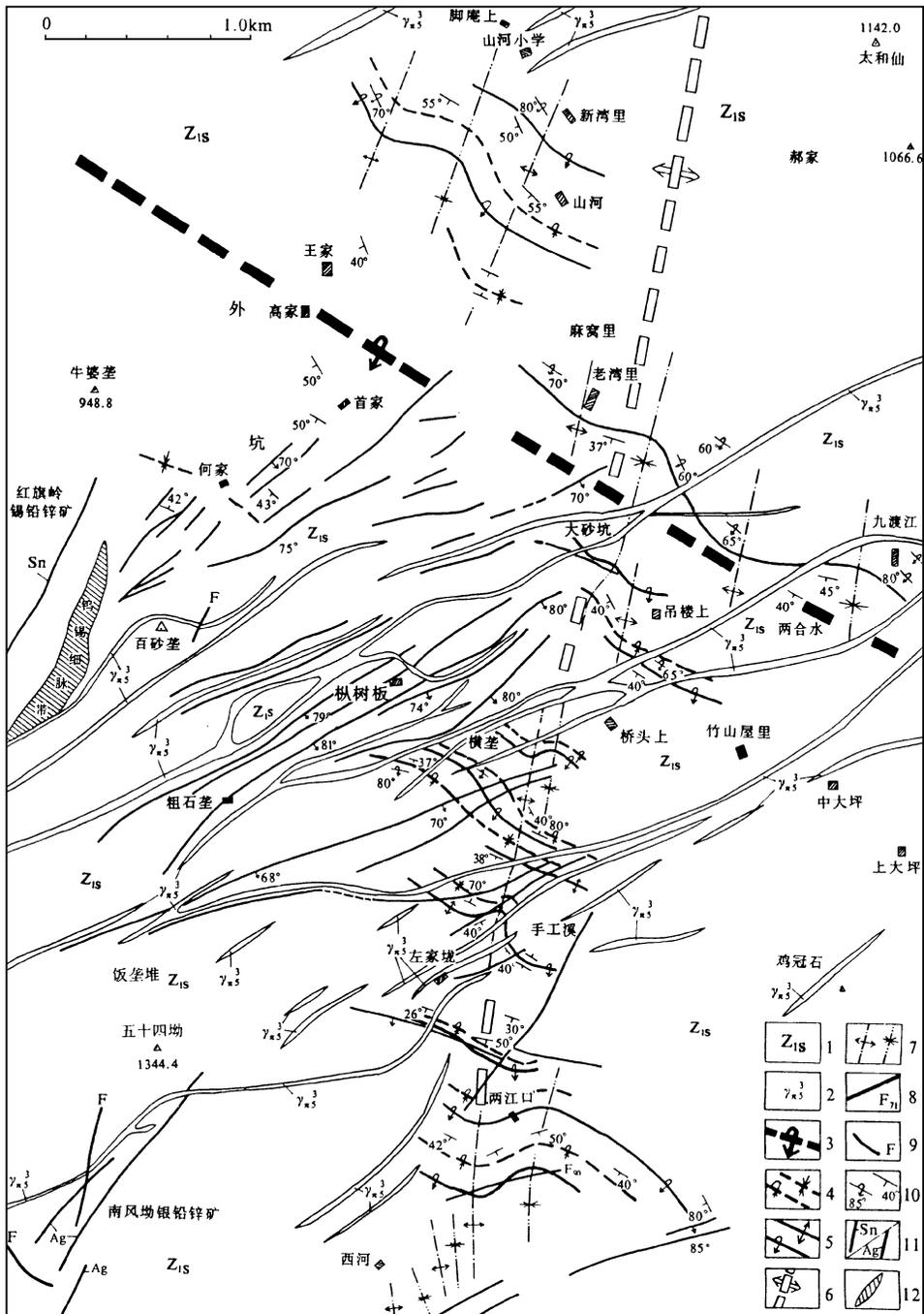


图 1 湖南枞树板铅锌矿区构造地质图

Fig. 1 Structural geological map in Zongshuban Pb-Zn ore area, Hunan

1. 下震旦统西洲山组; 2. 燕山晚期花岗岩; 3. 近 EW (NWW) 向山河复式倒转背斜; 4. NWW 向次级向斜和倒转向斜; 5. NWW 向次级背斜及倒转背斜; 6. 近 SN (NNE) 向西山复式背斜; 7. NNE 向次级背斜和向斜; 8. NE 向含矿断裂; 9. 其它断裂; 10. 地层产状; 11. 锡 根矿脉; 12. 钨锡细脉带

# 1 矿区构造特征

## 1.1 褶皱构造

近 EW 向复式倒转背斜是该区基底褶皱,核部为下震旦统泗洲山组 ( $Z_{1s}$ ),南北两侧依次出露上震旦统天子地组 ( $Z_{2t}$ ),留茶坡组 ( $Z_{2l}$ )和下寒武统香楠组 ( $\epsilon_{1x}$ ),平均产状  $N290^{\circ}W / SW \angle 40^{\circ}$ 。区域标志地层 ( $Z_{1l}$ )的褶皱包络线大致呈 EW 向展布,据矿区各种地层层序确定的一系列近 EW 向小褶皱也显示近 EW 向褶皱的存在。单个褶皱呈线性延伸,剖面上呈不对称斜歪型,两翼夹角  $20^{\circ} - 70^{\circ}$ ;褶皱群之间呈平行线状排列,但相互间不等距,说明这些小型褶皱乃是区域性 EW 向复式倒转背斜南翼上的次级褶皱。近 EW 向复式倒转背斜的核部位于九渡江—山河—外坑北一线,即山河复式倒转背斜(图 1)

矿区近 EW 向次级褶皱可划分出两江口、左家垄、横垄、手工溪北、大砂坑、吊楼上、老湾里、九渡江和新湾里 6 个褶皱密集带(图 1)。矿区近 SN 向褶皱是叠加复合在近 EW 向褶皱之上的。叠加复合的结果使得近 EW 向褶皱翼部地层及褶皱轴线沿走向均呈正弦波状延伸(图 2),同时在薄层泥质岩中形成近 SN 向微型褶皱,在砂岩中出现近 SN 向或 NNE 向密集劈理。

近 EW 向褶皱与近 SN 向褶皱的叠加属反接复合,位态分类属于兰姆赛(J. G. Ramay)的第二干涉类型<sup>[6]</sup>。综合分析卷入褶皱的各地层间相互关系,表明近 EW 向褶皱成生于加里东期,而近 SN 向褶皱成生于印支期。

## 1.2 NE 向断裂构造

NE 向断裂是矿区主要断裂构造,有数十条之多,主要有何家老湾里、粗石垄、枞树板、饭垄堆、横垄、南风坳、左家垄 4

个断裂密集带。断裂内常见破碎带、挤压透镜体带、构造碎裂岩带和构造角砾岩带,其中由一系列弧形断面及其间所夹构造透镜体组成的 NE 向断裂带是本区独具特色的构造形迹(图 3)

NE 向断裂带构造岩以碎裂岩系列为主。根据断层擦痕、岩层牵引及矿物粒内变形等特征显示 NE 向断裂属压扭性<sup>[7]</sup>。

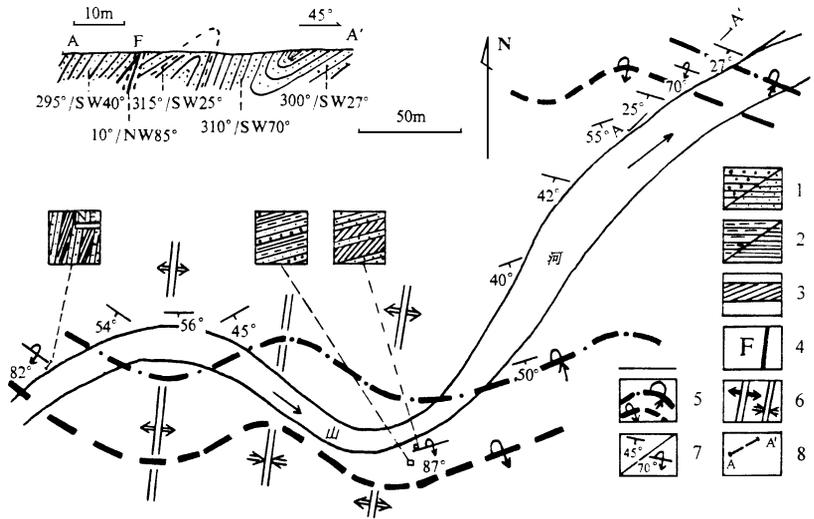


图 2 叠加褶皱平面图象(横垄小学—电站河岸边)

Fig. 2 Plane map of superposed fold

1. 砂岩/粉砂岩; 2. 粉砂质板岩及板岩; 3. 层内劈理; 4. 断层; 5. 近 EW 向倒转向斜及倒转背斜; 6. 近 SN 向背斜和向斜; 7. 岩层及倒转岩层产状; 8. 剖面位置

## 2 断裂构造控矿特征

### 2.1 裂断构造对矿化的控制

区内 NE 向断裂对铅锌矿化的控制首先表现在对矿(化)体的形态、产状、规模和分布方面;而不同力学性质的控矿断裂对不同矿化形式热液矿床的控制是有差异的。如交代蚀变矿化易发生在构造应力较大的压扭性断裂中,是一种等体积矿化过程;而充填矿化则往往发生在应力松弛区。本区 NE 向断裂具压扭性质,因而矿化也以交代为主,但在断裂构造晚期可出现充填矿化,形成浸染状和块状矿石。

### 2.2 断裂构造对矿体的控制

控矿断裂的内部特征控制矿体发育与否及矿化的富集程度。如控矿断裂仅由小规模的弧形断面组成时,矿化规模不大,表现为细脉状或稀疏浸染状,且品位较低;若断裂带由多条弧形断面及构造透镜体构成时,矿化则沿弧形断面充填交代形成皮壳状矿化;如果断裂带内裂隙较发育且所夹持的构造透镜体也较破碎时,矿化则沿裂隙充填交代,形成皮壳状和细网脉状或稠密浸染状矿石,如果交代较充分,可形成角砾状较富的铅锌矿石;若断裂带强烈破碎形成碎粒岩或碎粉岩,断裂带内的构造透镜体也十分破碎或出现空洞,那么,含矿热液充填交代比较彻底,可形成极富的团块状铅锌矿石。也就是说,断裂破碎带宽大,内部裂隙发育,岩石破碎,构造透镜体发育并破碎的部位最有利于矿液的充填交代,可形成铅锌富矿体。

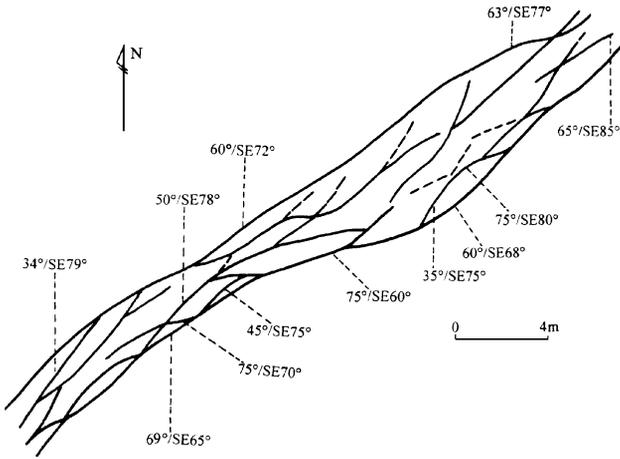


图 3 NE 向断裂带素描图  
(PD<sub>45</sub> 7号导线附近)

Fig. 3 Sketch of internal feature of NE-trending fault

### 2.3 富铅锌矿体产出规律

本区控矿断裂带常以大小不等的构造透镜体的形式表现出来。断裂带内各透镜体之间往往是较大的透镜体包含着较小的透镜体,而这些透镜体都是同一应力场作用下形成的。因此,各透镜体的产状具相似性,因而可以用较小透镜体的产状代表较大透镜体的产状,进而推断富矿体的产出规律。

我们测量了矿区地表和坑道共 300 多个透镜体两侧弧形面的产状,求得平均产状 N56°E / SE 70°。将彼此相邻且相交的两个弧形面产状作为一组,用吴氏网投影法<sup>[8]</sup>求得交线产状,该交线代表透镜体某个部位的棱线。对不等轴透镜体来说,每个部位的棱线产状是不同的。如果测得足够多的透镜体棱线产状数据,那么,从统计学角度就可以确定相应透镜体的空间产状。笔者在矿区主矿脉采矿坑道内测量 98 组弧形断面交线产状,根据统计结果,大约 70% 的透镜体棱线向 SW 侧伏(向 SW 侧伏是向 NE 侧伏的 2 倍),平均侧伏角 50°—60°。据此确定控矿断裂带内的构造透镜体是非等轴的,长短轴比近于 2:1,长轴向 SW 侧伏,侧伏角 50°—60°。同

时,在矿区坑道内,较大构造透镜体的长轴及棱线产状也显示同样的侧伏特征(10组数据平均侧伏角 $56^\circ$ ,变化范围 $44^\circ-70^\circ$ )。据此可以推断,受这些不等轴构造透镜体控制的富铅锌矿体也呈非等轴状,长轴也向SW侧伏,侧伏角和长短轴比与透镜体一致。

我们在民采坑道沿矿脉走向作纵剖面图,对采空区的大小、形态、产状、分布进行详细测量和素描(图4)。可以发现,采空区的形态虽不太规则,产状也各异,但总体是不等轴的,长轴向SW侧伏,长宽比近于2:1。采空区虽不能完全等同于富矿体,但将它看作近似富矿体,以研究富矿体产出规律应该是可取的。我们还发现,采空区出露标高自NE向SW有逐个降低的趋势,特别是PD<sub>44</sub>内8-9号导线点之间(图4A)和PD<sub>43</sub>内9号导线点以西部分更为明显(图4B)。

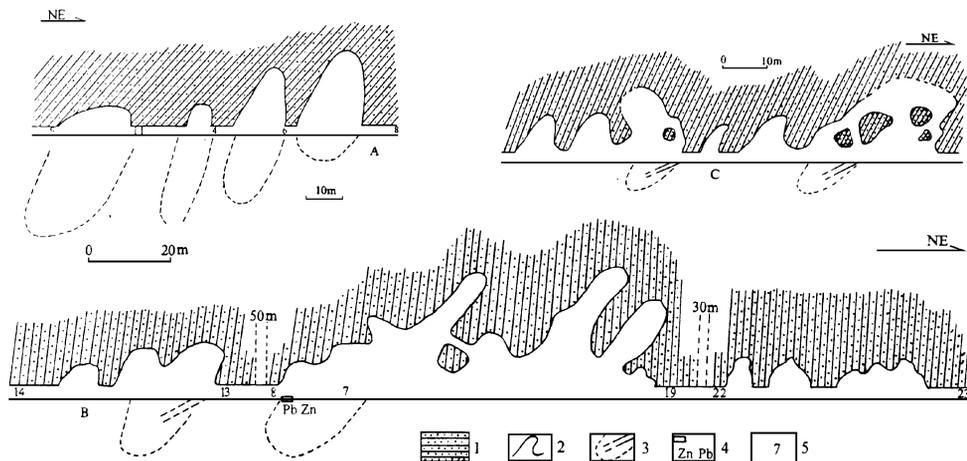


图4 民采坑道沿脉纵剖面素描

Fig. 4 Longitudinal profile of gopher drift, Zongshuban Pb-Zn ore area

1. 变质砂岩; 2. 采空区; 3. 斜井及推测下采区; 4. 残留 Pb Zn 矿体; 5. 编录导线点

A. PD<sub>44</sub>, 27号矿脉; B. PD<sub>43</sub>, 27号矿脉; C. PD<sub>47</sub>, 32号矿脉

此外,经核实,富矿体呈不等轴状,长轴向SW侧伏,且长20-80m不等,宽10-40m,与图4采空区吻合。

## 3 矿床成因分析

### 3.1 成矿时代及物质来源

采用与铅锌矿化密切相关的蚀变矿物,测得绿泥石 Rb-Sr 等时线年龄为  $189.1 \pm 26.2 \text{ Ma}$ ,方解石 Rb-Sr 模式年龄为  $154.51 \text{ Ma}$ <sup>①</sup>。这一年龄值与李红艳等<sup>[9]</sup>对东坡钼多金属矿田用辉钼矿 Re-Os 等时线测得的成矿年龄值  $151.2 \pm 3.5 \text{ Ma}$  相比非常接近,也与千里山岩体 ( $138-172 \text{ Ma}$ ) 和高垄山岩体 ( $138-207 \text{ Ma}$ ) 的成岩时代相近,但与花岗斑岩脉 ( $63-128 \text{ Ma}$ <sup>[3,4]</sup>) 成岩年龄相差甚远。据此认为,枞树板铅锌矿成矿时代为燕山早期。

区内千里山岩体 Pb Zn 等主要成矿元素含量大于花岗斑岩脉和区域地层。矿区矿石中的

① 以与其共生的蚀变矿物绿泥石 Rb-Sr 等时线求得的初始锶比值作为模式年龄计算的初始锶

硫、铅同位素 ( $^{34}\text{S}$  为 + 2.35 - - 6.8‰,  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  = 18.49 - 18.70  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  = 15.60 - 15.775  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  = 38.45 - 38.99) 与千里山岩体和东坡矿田各矿床的硫、铅同位素组成<sup>[3-5]</sup> 相似。矿区铅锌矿石的 REE 特征也与千里山岩体的 REE 特征相似, 而与区域地层和花岗斑岩脉的 REE 特征相比有较大差异(表 1)。上述特征反映该矿区主要成矿物质来源于千里山岩体<sup>[10-11]</sup>。

表 1 枞树板矿区主要地质体稀土元素特征值

Table 1 REE ratio of main rocks from Zongshuban Pb-Zn ore area

地质体	样品数	$\Sigma$ REE	$\Sigma$ LREE/ $\Sigma$ HREE	$\delta\text{Eu}$	La/Sm	Gd/Yb	La/Yb	Sm/Nd	备注
铅锌矿石	2	27.78	1.29	1.75	5.51	0.92	5.41	0.30	本项研究
千里山岩体	2	144.36	0.72	0.09	2.67	0.78	1.69	0.35	湘南地勘院
花岗斑岩	3	322.58	2.29	0.19	7.51	1.67	12.96	0.18	本项研究
地层	2	165.13	3.51	0.48	7.22	2.91	18.52	0.17	本项研究

### 3.2 花岗斑岩脉与矿化关系

本矿区 NE 向花岗斑岩脉十分发育, 且与铅锌矿脉平行展布。从前文分析来看, 两者成因联系不大, 同时, 铅锌矿脉走向为 N50° - 70° E, 倾向 SE, 倾角较陡 (75° - 85°); 而花岗斑岩脉走向 NEE60° - 80°, 倾角略缓 (60° - 80°)。花岗斑岩脉穿切铅锌矿脉时有所见, 且集中成带, 与铅锌矿化的成矿温度、元素组合分带也不协调, 岩脉中与矿化有关的蚀变很弱。区域成矿特征研究表明<sup>[4]</sup>, 区内众多铅锌矿床大多与燕山早期中酸性小岩体有关, 其中铁石垄中型铅锌矿区就无花岗斑岩脉出露, 成矿与隐伏岩体相关。花岗斑岩脉与铅锌矿脉伴生是同受 NE 向断裂控制的结果<sup>[12]</sup>。

### 3.3 成矿物化条件

矿区铅锌矿石中石英包裹体测试显示, 成矿温度为 168 - 244°C, 成矿压力为 75 MPa; 流体包裹体阳离子以  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$  为主, 阴离子以  $\text{F}^-$ 、 $\text{Cl}^-$  为主, 并含有大量  $\text{CO}_2$ ; 成矿深度约 3.0 km, 成矿环境为弱酸性 ( $\text{pH} = 5.39$ ) 为主并向弱碱性转化; 氧逸度  $f_{\text{O}_2} = 10^{-40} - 10^{-50}$ , 成矿流体与成矿元素主要来源于燕山早期千里山岩体及与之相关的隐伏岩体。所以, 枞树板铅锌矿是成生于燕山早期岩浆的中低温热液矿床。

## 4 结论

(1) 枞树板矿区褶皱构造为近 EW 向复式倒转背斜叠加近 SN 向褶皱。断裂以 NE 向为主, 属浅层脆性压或压扭性断裂。断裂带内由弧形断面及构造透镜体组成。

(2) NE 向断裂构造是矿区控矿和赋矿构造, 不仅控制矿(化)体的规模, 产出形态和分布规律, 而且, 断裂本身的力学性质对铅锌矿化蚀变类型也起重要控制作用。

(3) 富矿体一般产在控矿断裂中比较宽大, 比较破碎的部位。单个矿体呈不等轴透镜状, 长宽比约 2: 1, 长轴向 SW 侧伏, 侧伏角 50° - 60°, 富矿体出露标高向 SW 次第降低呈斜列之势。

(4) 成矿时代为燕山早期, 成矿物质主要来源于燕山早期千里山花岗岩体, 成矿温度 168 - 244°C, 属中低温岩浆热液脉状铅锌矿床。

(5) 花岗斑岩脉虽与铅锌矿脉伴生, 但成因联系不大。花岗斑岩脉晚于铅锌矿脉, 也受

NE向断裂控制,多数与矿脉平行展布,少数穿切矿脉。

(6) 本区找矿的有利地段应该是在燕山早期花岗岩体外围约 1—3km 范围内,或在地下约 3—5km 处有隐伏岩体和地表有断裂构造发育的部位。

本研究得到地矿部地调局的关怀,并得到湖南地矿局、湘南地质勘察院的大力支持和协作,借此表示感谢。

## 参 考 文 献

- 1 湖南省地质矿产局.湖南省区域地质志.北京:地质出版社,1982
- 2 地矿部南岭铅锌矿专题组.南岭地区铅锌矿床成矿规律.长沙:湖南科学技术出版社,1985
- 3 王昌烈,等.柿竹园钨多金属矿床地质.北京:地质出版社,1987
- 4 庄锦良,等.湘南地区小岩体与成矿关系及隐伏矿床预测.湖南地质,1988(增刊)
- 5 王育民,等.湖南铅锌矿地质.北京:地质出版社,1988
- 6 武汉地质学院等编.构造地质学.北京:地质出版社,1979
- 7 郑亚东,等.岩石有限应变测量及韧性剪切带.北京:地质出版社,1985
- 8 何昭勋.构造地质学中的赤平极射投影.北京:地质出版社,1979
- 9 李红艳,等.柿竹园钨多金属矿床的 Re-O<sub>3</sub>同位素等时线年龄研究.地质论评,1996,42(3): 261—267
- 10 南京大学地质系编.地球化学.北京:科学出版社,1984
- 11 张理刚.稳定同位素在地质科学中的应用.西安:陕西科学技术出版社,1985
- 12 陈柏林,等.湖南郴县枞树板地区花岗斑岩脉与铅锌矿化的关系.湖南地质,1998,(1)

## STUDY ON THE STRUCTURES OF THE ZONGSHUBAN AREA, CHENXIAN, HUNAN PROVINCE AND ORE-CONTROLLING CONDITIONS

Chen Bailin<sup>①</sup> Li Yusheng<sup>②</sup> Dong Faxian<sup>①</sup> Liu Jianmin<sup>①</sup>  
Liu Youxun<sup>②</sup> Zhang Yijun<sup>②</sup> Xu Shunshan<sup>①</sup> Li Jianzhong<sup>②</sup>

① *Institute of Geomechanics, CAGS*; ② *Geological Exploration Institute of South Hunan*

**Abstract** Zongshuban Pb-Zn deposit occurs in the eastern part of Chenxian where the E-W-trending Shanhe anticlinorium meets with the S-N-trending Xishan anticlinorium. The country rocks of the deposit is Sinian epimetamorphic detrital rocks. The NE-trending compresso-shear faults are the important ore-controlling structures. There develop some ore shoots in the strong kataclastic rocks in the fault zone. Individual ore shoot is lenticular, with the major/minor axis ratio of 2 to 1, and the major axis pitching to southwest at an angle of 50°—60°. Ore shoots are often en echelon arranged, one overlapping the other in longitudinal section from northeast to southwest along the mineralization zone. The metallogenic elements are derived mainly from the Mesozoic Qianlishan granite as indicated by the data of REE, microelements, sulfur isotope and lead isotope. The metallogenic temperature is determined as 168—224°C and metallogenic period as 155—170Ma. It is therefore a postmagmatic meso-

and epithermal deposit, one of the magmatic metallogenic sequence of the Qianlishan granite (Dongpo polymetallic orefield). The granite porphyry emplaced into the NE-trending faults is younger than the Pb-Zn metallogenesis and was found to cut and disrupt the ore veins. Thus the area around the early Yanshanian granite stock (or a buried granite at a depth of 3 - 5km) is most favorable for further exploration.

**Key words** Zongshuban Pb-Zn deposit, postmagmatic hydrothermal origin, early Yanshanian era, ore shoot

## 第一作者简介

陈伯林,男,1962年生。1986年毕业于中国地质科学院研究生部,获硕士学位,副研究员,长期从事区域构造、显微构造、矿田构造及成矿预测研究。通讯地址:北京市海淀区民族学院南路11号地质力学研究所。邮政编码:100081