

文章编号: 1001-1412(2000)02-0159-07

# 湖南江永铅锌矿床岩溶成矿构造系列及其演化

汪劲草<sup>1</sup>, 汤静如<sup>1</sup>, 彭恩生<sup>1</sup>, 常家良<sup>2</sup>, 雷衍国<sup>2</sup>

(1. 中南工业大学 湖南 长沙 410083; 2. 江永铅锌矿 湖南 江永 425400)

**摘要:** 文章从解析已知矿体入手, 认为江永铅锌矿床外接触带主矿体不是脉型矿体, 而是岩溶型矿体。岩溶成矿构造受石碇子组中厚层灰岩控制。一组岩溶由两个岩厅组成, 一个发育于 200~320 m 标高, 另一个发育于 400~550 m 标高。根据近等距性原则, 分别于已知岩溶型矿体( ) 的南、北两侧预测了 、 及 号岩溶组。建立了岩溶成矿构造系列、结构及坑下鉴别标志, 并探讨了岩溶的形成与演化。预测结论与物探激电异常结果吻合。

**关键词:** 岩溶; 成矿构造系列; 成矿构造演化; 成矿构造预测; 铅锌矿床; 湖南江永

中图分类号: P618.4; P613

文献标识码: A

成矿构造研究是成矿预测的关键<sup>[1-4]</sup>。如何研究成矿构造, 思路又是关键。鉴别成矿构造类型——即容矿空间的三维形态及所属的动力学体系, 了解成矿构造结构——即容矿空间的内部组成及所属的时空属性、建立成矿构造系列——即同一构造体制下形成的相互联系的一组成矿构造, 是成矿构造研究的基本内容<sup>[5]</sup>。而通过已知的一组成矿构造来推知该“家族”一系列成矿构造在时空上的位置关系——即成矿构造系列的结构, 是成矿构造预测是否奏效的关键。本文按照上述思路, 提出江永铅锌矿床的成矿构造分属岩溶成矿构造系列(控制热液矿床的一期岩溶构造的总和)和岩浆成矿构造系列(岩浆动力作用及其水汽流体动力作用形成的成矿构造的总和), 并建立了主成矿构造——岩溶成矿构造系列的结构。其岩溶成矿构造预测结果与物探坑下矿体激电异常有较好的吻合。

## 1 矿区成矿地质背景

矿区位于铜山岭铅锌铜矿床的西南部, 燕山期铜山岭花岗闪长岩岩株的北缘接触带(图1)。矿区地层分为二个构造层, 上古生代构造层及中生代构造层, 两者呈不整合接触。下构造

收稿日期: 2000-02-21

基金项目: 本文为国家自然科学基金项目(编号: 49772152)资助。

第一作者简介: 汪劲草(1965-), 男, 湖北应城人, 博士研究生, 1990年在中国地质大学(武汉)获构造地质硕士学位, 1990~1998年在桂林矿产地质研究院工作, 现在中南工业大学攻读博士学位, 主要从事区域构造与矿田构造研究。

层由下石炭统石磴子组( $C_1d^1$ )、测水组( $C_1d^2$ )及梓门桥组( $C_1d^3$ )组成。岩溶发育层位石磴子组为中厚层灰岩、燧石条带灰岩,其上测水组与梓门桥组主要为泥灰岩、砂页岩及白云质灰岩。上构造层侏罗系下统( $J_1$ )主要为砾岩及粉砂岩,不整合覆于测水组等地层之上。区域主褶皱近于SN向,背斜开阔,向斜紧闭。矿区位于大源岭开阔背斜西翼。区域主干断裂主要为SN与EW向。矿区断裂分为NE及NW两组。铜山岭岩株呈EW向,由三个小岩株沿EW向基底断裂上侵,以吹气泡底辟方式就位。岩相分带呈同心环带,愈往内时代愈新<sup>6)</sup>。

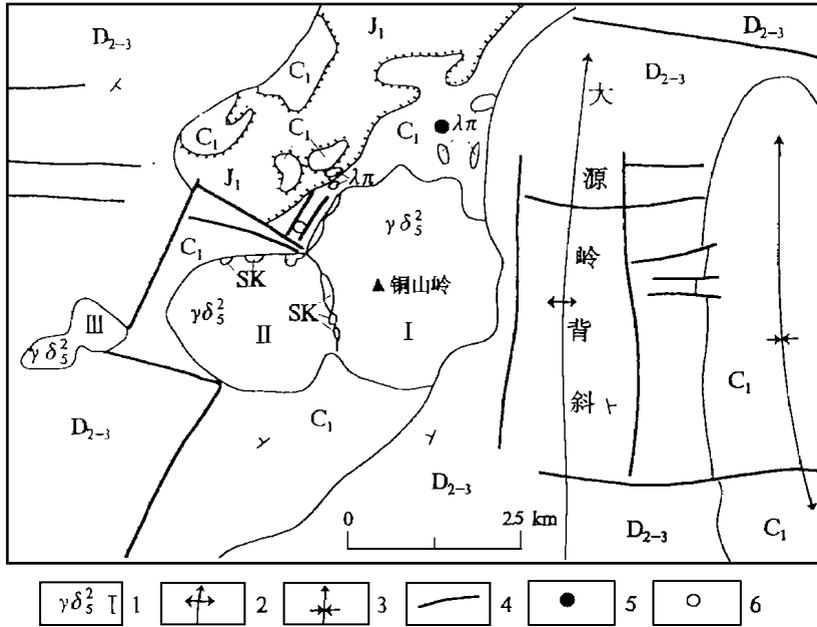


图1 铜山岭地区区域地质略图

Fig. 1 Sketch geological map of Tongshanling region

1. 燕山期花岗岩闪长岩及岩株编号 2. 背斜 3. 向斜 4. 断层 5. 铜山岭铅锌铜矿床 6. 江永铅锌银矿床  
λπ. 石英斑岩 SK. 夕卡岩  $J_1$ . 下侏罗统  $C_1$ . 下石炭统  $D_{2-3}$ . 中上泥盆统

## 2 岩溶成矿构造系列与结构

江永铅锌矿床一直被认为是断裂控制的高品位脉状铅锌矿床,该思想指导下的勘探结果与矿床开采实际情况不尽一致。目前,亟须对外接触带主矿体的成矿构造类型进行鉴别,以便查明其所属的成矿构造系列,并建立该成矿构造系列的结构。

### 2.1 号岩溶

发育于石磴子组中厚层灰岩中,已采空。矿体呈一维形态,倾伏方向约为 $60^\circ$ ;倾伏角约 $75^\circ$ ;横截面近等轴,最大直径约20 m。往下于200中段与接触带矿体相连,往上于320中段变

小分枝(图 2)。边界凸凹不平。

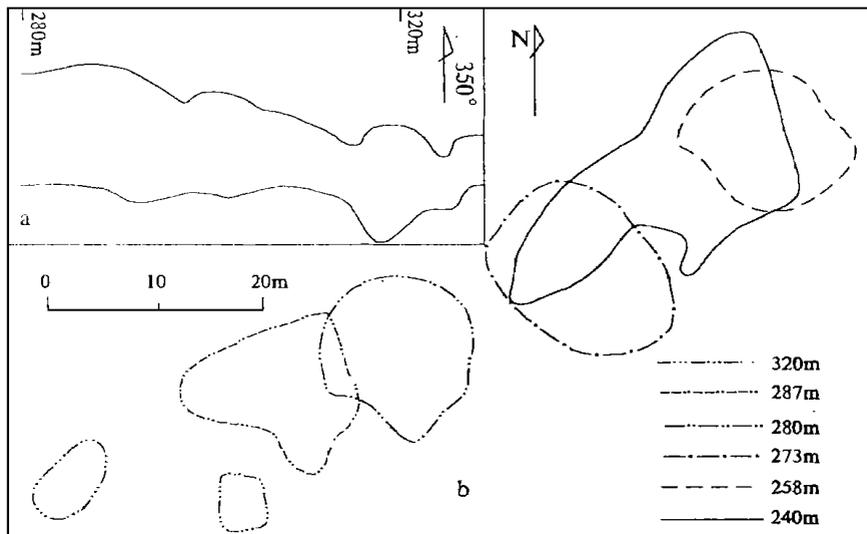


图 2 号岩溶各标高水平切面形态(b)与局部纵投影图(a)

Fig. 2 Sketch showing horizontal sectional morphology and local vertical projections of No. 2 Karst

### 2. 2 号岩溶

与 号岩溶发育层位相同。矿体呈一维形态, 倾伏方向约为 70°。倾伏角约为 80°。分成两部分, 上部分位于 400~500 m 标高, 呈倒水滴状, 已采空; 下部分位于 200~320 m 标高, 呈正水滴状, 正在开采。两者之间可能存在小的管式通道勾联, 为两岩厅之间的廊道。上部分最大截面直径约 25 m, 下部分最大截面直径约 20 m, 并于 200 中段与接触带矿体相连。边界凸凹不平。

由于同一期岩溶严格受层位控制, 因此, 搞清石碇子组赋矿灰岩的岩层走向十分重要。研究表明, 石碇子组地层的走向从南部 SW 向转向 NNW 向, 往北再转为 NE 向。按照已知的 号岩溶在空间显示的组合关系, 根据等距性原则, 以 120~150 m 间距在 号岩溶以南、号岩溶以北, 在 NNW 岩层走向段内分别预测 号岩溶, 并在 号岩溶以北的 NE 岩层走向段内预测 号岩溶。所有岩溶成矿构造尽量分布在接触带断裂控制的 0—1 号矿体上方或周缘(图 3), 以便含矿流体可以通过接触带断裂成矿构造向岩溶成矿构造输导。

因此, 江永铅锌矿床的岩溶成矿构造系列主要由 、 、 及 岩溶组成。其结构型式为 、 、 、 号岩溶分布于 NNW 向岩层走向段, 号岩溶分布于 NE 岩层走向段。每组岩溶可能由 200~320 m 标高和 400~550 m 标高的两个岩厅组成, 外形呈哑铃状。每组岩溶大致呈等距分布, 间距约 120~150 m。

### 3 岩溶成矿构造预测的综合地质标志

#### 3.1 地质标志

对、号岩溶观测表明,在矿液侵入前,两岩溶已被粗晶方解石几乎填满。主要依据是,矿石中残留有大量未被“消化”掉的粗晶方解石残块,方解石呈弧形港湾状边界,显示方解石形成在先,硫化物(方铅矿、闪锌矿及黄铁矿)形成在后。大量光片鉴定结果也支持上述结论。由于方解石先期充填岩溶,且活动时压力又远大于矿液活动时的流体压力。因此,利用方解石热液在岩溶周缘活动所形成的地质遗迹在坑下预测岩溶成矿构造十分有效。

其主要鉴别地质标志如下:

(1)在坑道中发现相距不远的晚期背冲式节理和断层组合,岩溶位于坑道的上方。

(2)在坑道中发现相距不远的晚期对冲式节理和断层组合,岩溶位于坑道的下方。

(3)在坑道中发现不均匀条带大理岩热变质带,表明其可能靠近热源岩溶,是否垂直(或平行)大理岩条带掘进应视具体情况而定。

(4)已知岩溶周缘发现许多与岩厅相连或距岩溶很近(< 10m)的粗晶方解石囊体或晶洞,在坑道中出现时应特别注意。

(5)顺一些节理或小断层充填有方解石脉,其可能是岩溶中方解石热液活动的远程产物,沿构造追索较为有利。

(6)在岩溶周缘(< 20m),往往见许多透镜状方解石脉,其不受节理或断层控制,可能为水压破裂、方解石充填所致,顺方解石脉的延长方向追索较为有利。

(7)在岩溶周缘(< 10m),特别是岩溶的边部多见水压角砾岩,角砾为大理岩,具可拼性,胶结物为方解石。

综合上述地质标志,其直接指示程度从大 小依次为(4),(7),(6),(1)与(2),(3),(5)。

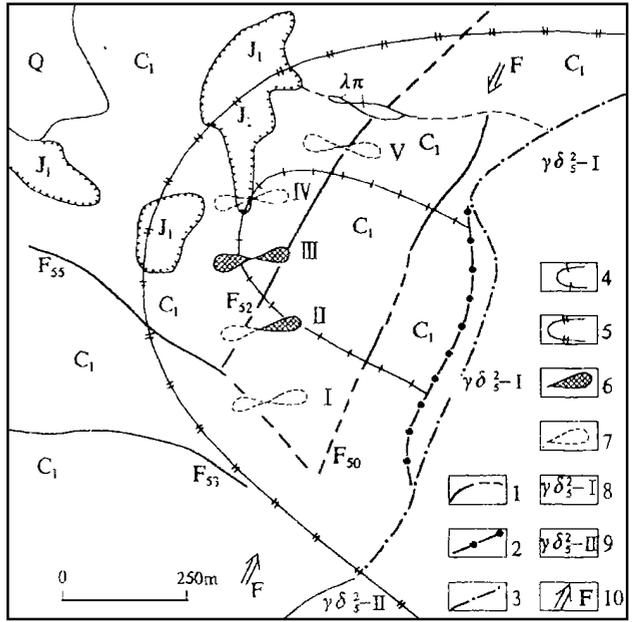


图3 江永铅锌矿床岩溶成矿构造预测图

Fig. 3 The prognostic map of karst metallogenesis of Jiangyong Pb-Zn mine

- 1. 实测断层与推断层及编号
  - 2. 接触带成矿断裂构造
  - 3. 接触带非成矿断裂构造
  - 4. 接触带0-1号矿体范围
  - 5. 接触带断裂中黄铁矿活动范围
  - 6. 已知岩溶成矿构造
  - 7. 推测岩溶成矿构造
  - 8. 燕山期 号花岗闪长岩岩株
  - 9. 燕山期 号花岗闪长岩岩株
  - 10. 与接触带断裂形成有关的矿区主应力 λπ
- 石英斑岩 Q. 第四系 J<sub>1</sub>. 下侏罗统 C<sub>1</sub>. 下石炭统

### 3.2 物探标志

通过在 280 中段对 号矿体充电, 在地表按  $50\text{ m} \times 20\text{ m}$  网度在地质圈定的范围内工作, 结果显示清晰的激电异常(图 4)。不仅 号异常与实际矿体完全吻合, 而且 号、 号异常也与地质预测结果十分近似, 分别对应预测的 号、 号岩溶矿体。

## 4 岩溶成矿构造的形成与演化

岩溶成矿构造的形成与演化包括四个阶段:

### 4.1 古裂隙化阶段

石磴子组中的古岩溶形成于侏罗纪之前, 下古生代地层褶皱之后。褶皱的地层因层间滑动和应力的近等距集中可形成规则的古裂隙系统。层间滑动破裂有利于控制岩溶发育的层位, 而与层间破裂相交的裂隙集中带则有利于岩厅的发育<sup>[7]</sup>(图 5a)。

### 4.2 古岩溶化阶段

古裂隙有利于地下水在灰岩中流动溶蚀。由于下侏罗统地层不整合覆盖于下石炭统测水组之上, 因此, 石磴子组完全可能上升至古潜水面附近, 且当时矿区处于大源岭开阔背斜西翼, 局部地层近于水平, 完全有形成古岩溶的地质条件(图 5b)。

### 4.3 岩浆底辟阶段

由于燕山期铜山岭花岗闪长岩底辟侵位向上及两侧产生推挤力, 致使顶部地层产生弧形拱胀, 两侧地层由于扩张受阻, 产生牵引、断裂或形成紧闭褶皱, 以致地层产状变陡(图 5c)。

### 4.4 成矿作用阶段

成矿作用发生在接触带断裂的形成过程中。接触带断裂形成于铜山岭 号岩株就位之后。断裂仅限于 号岩株的接触带, 属局部断裂构造, 分析可能与 号岩株的就位有关, 应划归岩浆成矿构造系列范畴。矿液顺接触带断裂向岩溶中流动, 只有与接触带断裂沟通的岩溶才有可能成矿(图 5d)。

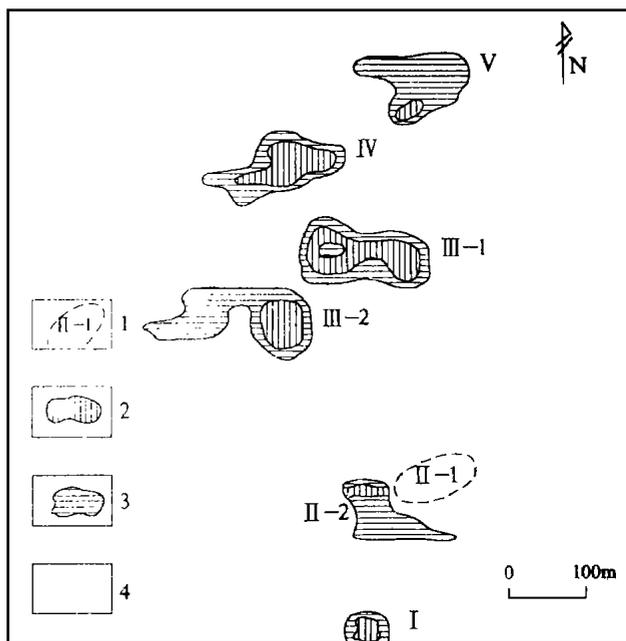


图 4 江永铅锌矿近矿激电法异常分布图

Fig. 4 Anomaly distribution of induced polarization method in Jiangyong Pb-Zn mine

1. 号岩溶矿体下部采空区
2. 异常值大于 20%
3. 异常值 15 ~ 20%
4. 异常值 < 15%

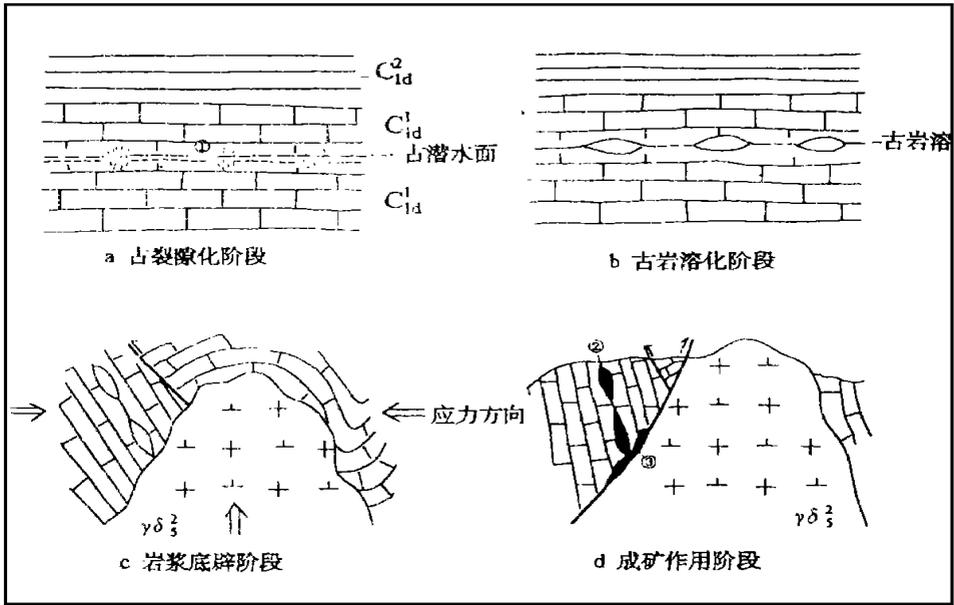


图5 岩溶成矿构造的形成与演化

Fig.5 The formation and evolution of karst metalotectonics

1. 古裂隙 2. 岩溶矿体 3. 接触带矿体  $\gamma\delta$ . 燕山期花岗岩

$C_{1d}^2$ . 测水组  $C_{1d}^1$ . 石碇子组

### 参考文献:

- [1] 陈国达. 成矿构造研究法[M]. 北京: 地质出版社, 1978.
- [2] 彭恩生, 孙振家. 脉状矿床成矿构造研究[M]. 长沙: 中南工业大学出版社, 1994.
- [3] 曾庆丰. 矿田构造发展特征[J]. 地质科学, 1982, (1): 47-55.
- [4] 李德威. 成矿动力学刍议[J]. 地球科学, 1993, (4): 407-413.
- [5] 汪劲草, 彭恩生. 初论成矿构造系列[J]. 桂林工学院学报, 2000, (2): 1-5.
- [6] 有色湖南地质勘查局 206 队, 湖南省江永县铜山岭矿田庵堂岭铅锌银矿区评价地质报告[R]. 长沙: 有色湖南地质勘查局, 1985.
- [7] 汪劲草, 陈大经, 徐振操, 等. 北京万庄岩溶型金矿的构造特征与隐伏矿床预测[J]. 桂林工学院学报, 1995, 15(2): 142-148.

# THE KARST METALOTECTONIC SERIES AND ITS EVOLUTION IN JIANGYONG Pb-Zn MINE, HUNAN PROVINCE

WANG Jin-cao<sup>1</sup>, TANG Jing-ru<sup>1</sup>, PENG En-sheng<sup>1</sup>

CHANG Jia-liang<sup>2</sup>, LEI Yan-guo<sup>2</sup>

(1. Central south University of Technology, Changsha 410083, China;

2. Jiangyong Pb-Zn mine, Hunan Jiangyong 425400, China)

**Abstract:** Studies of known orebodies, the main orebodies of exocontact imply that the orebodies are Karst-type rather than vein type in Jiangyong Pb-Zn mine. Karst metalotectonics are controlled by medium-thick bedded limestone of Shidengzi Formation. A group of Karst is composed of two Karst rooms of which one develops between 200 m and 320 m level, and another forms between 400 m and 550 m level. According to near isorange principle, No. , and karsts are prognosed on the south side and the north side of known Karsts ( 、 ). Karst metalotectonic series, its structure and its distinct signs in the gallery have been established in this paper. The prognostic results are consistent with the results of induced polarization anomaly.

**Key words:** Karst metalotectonic series; metalotectonic evolution; metalotectonic prognosis; Pb-Zn mine; Jiangyong in Hunan province

## 世界矿业的新特点

世界矿业在经受了近 10 年的衰退之后, 人们从痛苦中学会了经营中的应变之道, 并不得不重新思考生存的经营战略。由于采矿工业的全球化进程已使这一行业显现出以下几个特点。

**正视变革。**1970 年以来, 采矿业目睹了从国家、地区到全球的变革, 从公有制到私有制, 从重视矿物的可利用性到采矿的可持续性。矿产品价格下跌、全球经济衰退和亚洲金融危机都严重地影响了采矿工业的正常经营。因而主动地去弥合环境和政治之间的不一致、环境的可持续发展和社会的可持续发展之间的不和谐就成为人们极为重要的任务。继而引来的矿业变化表现为从露天开采和地下开采转向混合开采, 借助于大规模和连续采矿方法以及把“无害采矿技术”和常规开采方法结合起来, 采用高新技术来改造原有的采矿工业等。

**规模经营。**世界矿业大国都十分重视矿山开采的规模, 矿区超大规模的开采和使用大型特大型开采设备已经成为人们追求的目标。美国的布莱克桑德和北安蒂洛普露采煤矿、宾厄姆铜矿, 加拿大的辛克鲁德矿都是世界级的超大规模矿山, 有的矿山使用斗容 42 m<sup>3</sup> 的液压挖掘机来获得规模效益, 与之配套的运输车辆的规模也随之增大, T282 型矿用汽车的载重量已经增至 327 t。这类矿山的开采量今后几年有可能达到日产 100 万 t 的生产能力。

**技术创新。**采矿新技术以智能采矿为特征, 用最有效的而不破坏环境的方式开采矿石。高技术则以采用 GIS 和 GPS 以及机器人采矿, 通过将控制系统应用于露天采矿、整体采矿系统(TMS)使得矿业活动实现了实时监测、控制、定位, 利用传感器来区分矿石和废石。长壁开采法已证明是地下采煤高产系统中的佼佼者, 日产量可达 5 万 t, 无人工作面已从梦想变为现实。