

文章编号: 1009-9700(2010)03-0019-05

# 海南省儋州南江铅锌矿地质特征及控矿因素分析

张 志, 胡祥昭, 郭 旻

(中南大学 地学与环境工程学院, 湖南 长沙 410083)

**摘 要:** 海南省儋州市南江铅锌矿呈透镜状, 细脉状产出. 围岩为志留系空列村组( $S_1k$ ) 结晶灰岩, 灰岩规模较大.  $F_6$  断裂呈北东向为矿液运移提供通道. 南部岩体为成矿提供热液并与结晶灰岩发生接触交代, 具矽卡岩化. 根据矿床地质特征, 初步认为铅锌矿化为碳酸盐岩与花岗岩接触带附近热液沿裂隙向上侵入成矿, 为一中型浅成接触交代热液矿床.

**关键词:** 铅锌矿; 地质特征; 控矿因素分析; 儋州市

中图分类号: P 618.42; P 618.34

文献标识码: A

## An analysis of the geological characters and genesis of Nanjiang lead-zinc deposit in Danzhou, Hainan

ZHANG Zhi, HU Xiang-zhao, GUO Min

(School of Geoscience and Environment Engineering, Central South China University, Changsha 410083, Hunan)

**Abstract:** The Nanjiang lead-zinc deposit in Danzhou, Hainan province was formed in a shape of veinlet and lens. The wall rocks of the deposit was a large-scaled crystalline limestone hosted in the Kong Lie Cun stratum( $S_1k$ ) in the Silurian. The channels for the ore solution migration were provided by the NE-trending faults( $F_6$ ). The ore-forming hydrothermal solution was provided by the southern rock mass, and a contact metasomatism between the southern rock mass and the crystalline limestone took place, thus leading to the skarnization of the former. According to the geological characters of the deposit, it is speculated that the lead-zinc deposit was a hypabyssal contact metasomatic hydrothermal one.

**Key words:** lead-zinc deposit; geological character; analysis of ore-controlling factors; Danzhou City

## 0 引 言

海南省儋州市南江村铅锌铁矿位于海南儋州市西南 8 km 处. 矿区地质工作程度低, 本区曾发现过铅锌矿化并在岩体接触带、志留系地层中布置了钻孔, 但均未找到大的矿床. 本文在总结前人工作的情况下, 对本区铅锌矿化和找矿进行了研究.

## 1 区域地质背景

矿区位于海南岛中北部, 大地构造位置处于岭南褶皱系五指山褶皱带北缘, 王五-文教深大断裂带的南侧<sup>[1]</sup>.

区域地层属五指山地层分区, 从老至新主要为志留系下统空列村组( $S_1k$ ) 及上统足赛组( $S_3z$ )、石炭系下统南好-青天峡组( $Cn-q$ )、第四系全新统( $Qh$ ).

区域构造较发育, 以断裂构造为主. 主要有近北北东向、北东向、北北西向和北西向四组. 区内尚处于断裂活动和地热活动非常活跃时期.

区域岩浆岩北部以二叠-三叠纪(P-T<sub>3</sub>) 儋州花岗岩基为主, 南部以中、早三叠世二长花岗岩( $T_2\eta\gamma$ 、 $T_1\eta\gamma$ ) 为主, 呈岩基、岩株产出.

区域矿产有铅、锌、铁、金、银等金属矿产和石灰石、大理岩、粘土矿等非金属矿产.

收稿日期: 2009-12-01

作者简介: 张 志(1984-), 男, 中南大学地学与环境工程学院构造地质学专业硕士研究生.

## 2 矿区地质特征

### 2.1 矿区地层

矿区内地层出露简单,主要地层有志留系下统空列村组( $S_{1k}$ )、石炭系下统南好组( $C_{n-q}$ )及第四系(Q)见图1。

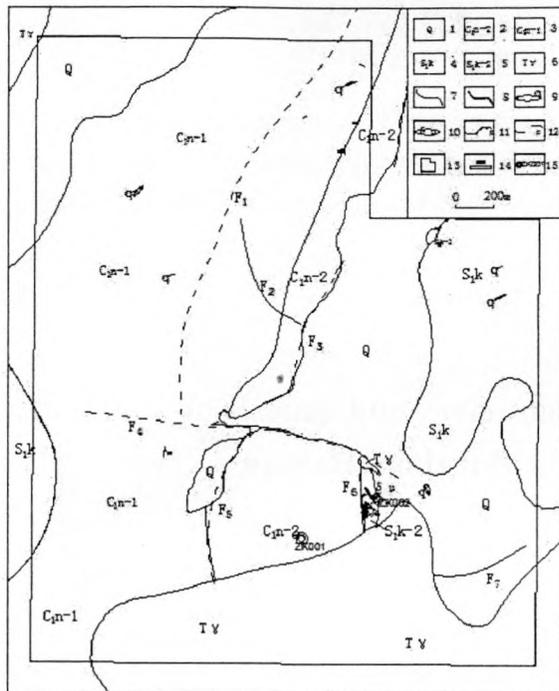


图1 儋州市南江铅锌矿区地质简图

1-第四系;2-石炭系下统南好组上段砂岩夹千枚岩、板岩;3-石炭系下统南好组下段石英砂岩、砂岩夹砾砂岩;4-志留系下统空列村组结晶灰岩、大理岩;5-志留系下统空列村组结晶灰岩;6-黑云母花岗岩;7-岩层界线;8-岩层不整合界线;9-石英脉;10-闪长玢岩脉;11-断层;12-推测断层;13-探矿权矿区;14-探槽及其编号;15-以往钻孔及其编号

志留系下统空列村组( $S_{1k}$ ):分布于矿区东部,从矿区中部偏东条带状向北东分布直到矿区外,面积约 $1.08 \text{ km}^2$ 。以石英岩、绢云母石英粉细砂岩、绢云母板岩、千枚岩和结晶灰岩为主。岩层走向北东,倾向西南,倾角为 $35 \sim 70^\circ$ ,其与上覆岩层呈不整合及断层接触关系。本组地层中的结晶灰岩( $S_{1k-2}$ )为矿区铅锌矿的赋矿母岩,控制了铅锌矿的产出,主要以大面积长条状、团状出露于地表,分别在南江村东南河沟自水塘处,英茶村东面水沟东岸分布,另据钻探验证,英茶村东面志留系地层深部也有灰岩分布,灰岩在矿区总的出露面积较大。

石炭系下统南好组( $C_{n-q}$ ):出露于矿区中西

部,呈东北走向从矿区西南延伸到东北角,出露面积约 $4 \text{ km}^2$ ,为区内主要地层。以千枚岩、含炭千枚岩、砂质板岩、含砾条带状砂岩、角砾岩为主,岩层走向北东为主,倾向南东,倾角一般 $40 \sim 78^\circ$ ,局部倾向北西,倾角 $40 \sim 50^\circ$ ,与下伏地层呈不整合和断层接触。根据岩性特征,大致可分为两段:下段( $C_{1-1}$ )为石英砂岩、砂岩夹含砾砂岩,本段地层岩石均可见轻微的褐铁矿化。上段( $C_{1-2}$ )为千枚岩、砂岩夹千枚岩、炭质千枚状板岩、板岩,与东侧的志留系下统空列村组呈断层接触。本组地层褐铁矿化普遍,矿区的铁矿化受本组地层控制,并已发现很好的褐铁矿脉。

区内第四系非常发育,在矿区的东部南江村河沟两侧和矿区西北角分布。

### 2.2 矿区构造

矿区褶皱构造不发育,为一单斜地层,其覆盖全区,走向北东,倾向南东,倾角 $40 \sim 70^\circ$ 。

矿区发育三组断裂:第一组为NNE向( $F_1$ 、 $F_3$ 、 $F_5$ 、 $F_6$ )。  $F_1$ 断层发育在石炭系下统南好组上段( $C_{1n-2}$ ),北北东延伸近 $2 \text{ km}$ 。  $F_3$ 断层延伸约 $2 \text{ km}$ ,与 $F_1$ 断层近平行分布,是普查区最发育的一条断层,走向NNE $10 \sim 30^\circ$ ,倾向SE,倾角 $50 \sim 70^\circ$ ,为多期活化断层,早期为正断层,断层角砾发育,角砾成分为砂岩、板岩,角砾棱角分明,分选差,晚期可能为逆断层。  $F_5$ 断层靠近 $F_3$ 断层,产在石炭系下统南好组上段( $C_{1-2}$ )中,为下段地层的分界线,延伸长约 $0.8 \text{ km}$ ,附近砂岩中黄铁矿化明显。  $F_6$ 断层走向北北东,延伸约 $400 \text{ m}$ ,本组断层控制了南江铅锌矿的产出,由于本组断层的影响,后期发育了一系列裂隙,组成了容矿构造,可能为逆断层。

第二组为NW向( $F_2$ )。主要位于 $F_1$ 与 $F_3$ 断层之间,规模较小,断层通过处可见岩石发生明显的揉皱现象。

第三组为近EW向( $F_4$ 、 $F_7$ )。  $F_4$ 断层东西走向延伸约 $1.5 \text{ km}$ ,切割了区内北北东向断层,可能为平移断层。

$F_7$ 断层位于矿区东南志留系地层与花岗岩体接触带附近,可能为北北东向断层的配套断层。  $F_4$ 、 $F_7$ 均为晚期断层。

区内节理十分发育,在南江村水塘边的铅锌矿化点可见灰岩被多组节理切割成菱形状。

### 2.3 矿区侵入岩

矿区为三叠纪昆仑超单元中的竹山岭单元蓝洋

岩体,出露于矿区南部,在矿区西北角、空列村和南天组下段地层中也可见有零星侵入.本区位于岩体北端,主要出露河沟两侧,与矿区地层呈侵入接触关系,面积约 1.3 km<sup>2</sup>.平面透境状,走向 NE.岩性为中细粒黑云母二长花岗岩,原生定向构造明显.根据区域资料 and 同位素测龄,认为本处花岗岩属于海西-印支期,为富碱、富钾、钙碱性酸性岩体,岩体的化学成分与徐克勤等划分的“I”型花岗岩成分相当,具有分异指数高、分异程度完好等特点,微量元素地球化学特征表明其偏向于浅源系列<sup>[2]</sup>.其有利于本区的铅锌矿化,区内大量黄铁矿化也为岩浆来源.

矿区脉岩较发育,可见有闪长玢岩脉出露,此外还可见辉绿岩脉滚石.见有多条闪长玢岩脉,位于南江村西采坑内的结晶灰岩地层中,呈脉状侵入灰岩,岩脉产出处灰岩中黄铁、黄铜矿化明显,岩脉走向北西,倾向不明.宽为 10~4 m,长为 2~20 m 不等.节理发育,该组岩脉为碳酸盐岩与花岗岩接触带附近岩浆沿裂隙向上侵入有关.

### 3 铅锌矿矿床地质特征

#### 3.1 矿体地质特征

本区铅锌矿化地表分布较集中,主要分布在南江村西采坑四周,产于志留系结晶灰岩中.本次工作中发现铅锌矿脉一条,新发现铅锌矿化点两个,分别为 KZZ005-1 和 KZZ006-1,呈透镜状、脉状产出.铅锌矿脉走向北东,倾向南东,倾角 60°左右,呈脉状产出,矿体宽 0.5~1 m,地表出露长度约 60 m.

KZZ005-1 矿点呈脉状,宽约 70 cm,走向 255°,延长约 50 m,矿脉围岩为结晶灰岩,主要金属矿物为闪锌矿、黄铁矿,脉石矿物为方解石、白云石.金属光泽,浸染状分布.

KZZ006-1 矿点位于采坑的东南侧靠水塘处,矿化带宽约 20 cm,走向 245°,延长约 30 m.在结晶灰岩中可见浸染状闪锌矿化、黄铁矿化,矿化从水塘边向东侧山坡延伸逐渐变窄,呈透镜状尖灭.

#### 3.2 矿石特征

##### 3.2.1 矿石结构、构造

矿区矿石为浅黄至淡蓝色,致密坚硬.矿石结构主要有:半自形-它形粒状结构、它形粒状结构、不规则粒状结构;矿石构造主要有:团块状构造、次团块状构造、交代残余结构、稠密浸染状构造、稀疏浸染状构造、块状构造、星散浸染状构造,少量脉状

构造.

##### 3.2.2 矿石物质成分及特征

矿石矿物有闪锌矿、黄铁矿、磁黄铁矿、方铅矿、黄铜矿、毒砂、褐铁矿等,脉石矿物有方解石、阳起石、绿帘石、石英等,见图 2、3.各矿物特征如下.

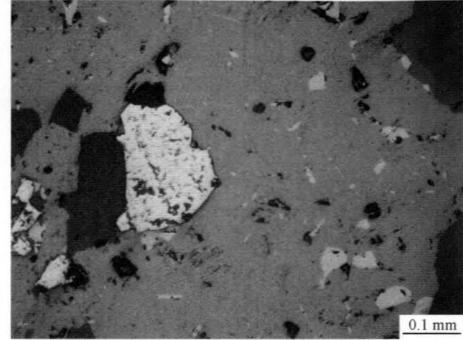


图 2 黄铜矿化磁黄铁矿化闪锌矿矿石(-)

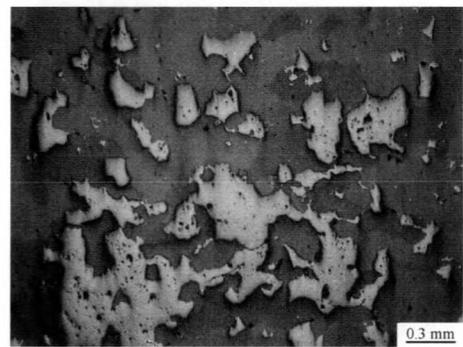


图 3 稠密浸染状闪锌矿矿石(-)

闪锌矿:呈不规则粒状产出,粒径大小不一,大者达 5 mm 左右,小者仅 0.05 mm ±,呈次团块状、脉状产出,闪锌矿包围早期形成的黄铜矿,后期又可见有磁黄铁矿呈脉状沿闪锌矿的裂隙穿插交代.

黄铁矿:它形粒状,粒径为 0.05~0.5 mm,呈星散浸染状产出,被后期的磁黄铁矿所交代.

磁黄铁矿:半自形-他形粒状,粒径一般为 0.1~0.4 mm,呈星散浸染状、脉状产出,为后期产物.

方铅矿:铅灰-钢灰色,呈自形的立方体晶形,粒径 0.1~0.2 mm,常与闪锌矿共生.

黄铜矿:呈乳滴状,粒径一般为 0.001~0.01 mm,呈交代乳浊体产出,被后期的闪锌矿所交代.

毒砂:呈长柱状,为早期产物,被交代早期磁黄铁矿所交代,呈星散浸染状产出.

褐铁矿:它形不规则状集合体,粒径 0.1 mm × 0.2 mm ±,呈胶状分布.

方解石:为不规则粒状,粒径大者达 0.4 mm ×

1.0 mm ±, 一般为 0.1 mm × 0.2 mm ±.

阳起石:呈放射状, 粒径一般为 0.01 mm × 0.5 mm ±.

绿帘石:呈放射状, 粒径 0.1 mm × 0.8 mm ±.

石英:主要为后期硅化产物, 呈它形粒状, 粒径 0.1 mm × 0.15 mm ±.

### 3.2.3 矿石类型

铅锌矿石为浸染状铅锌矿化灰岩、磁黄铁矿化闪锌矿化灰岩、黄铜矿化磁黄铁矿化闪锌矿石、闪锌矿化褐铁矿石等, 脉石矿物为方解石、白云石.

### 3.2.4 矿石品位及变化

本次野外工作经 TC9、TC10 揭露, 共刻槽取样 7 个, 取样总长约 7 m, 铅锌矿脉处取样分析 Ag、Pb、Zn、Cu 4 种元素(见表 1).

表 1 儋州市南江铅锌矿化学分析结果 %

样品号	化学分析项目			
	Ag(10 <sup>-6</sup> )	Zn(10 <sup>-2</sup> )	Pb(10 <sup>-2</sup> )	Cu(10 <sup>-2</sup> )
TC9-1	36.6	15.47	0.255	0.001
TC9-2	5.8	0.10	0.006	0.001
TC9-3	9.8	0.04	0.006	0.014
TC9-4	7.4	0.25	0.007	0.004
TC10-1	6.4	0.03	0.010	0.001
KZZ005-1	4.4	7.81	0.006	0.001
KZZ006-1	4.2	3.13	0.007	0.001

注:测试单位为中南大学地学与环境工程学院地质研究所

各样的分析结果变化为  $w(\text{Pb})0.006\% \sim 0.225\%$ ,  $w(\text{Zn})0.03\% \sim 15.47\%$ ,  $w(\text{Ag})4.2\% \sim 36.6 \text{ g/t}$ ,  $w(\text{Cu})0.001\% \sim 0.014\%$ , 总的品位较低. 但铅锌矿脉取样分析其含  $w(\text{Ag})$  为 36.6 g/t,  $w(\text{Pb})$  为 0.255%,  $w(\text{Zn})$  为 15.47%, 其品位较高; KZZ005-1 矿点分析其含  $w(\text{Ag})$  为 4.4 g/t,  $w(\text{Zn})$  为 7.81%; KZZ006-1 分析其含  $w(\text{Ag})$  为 4.2 g/t,  $w(\text{Zn})$  为 3.13%; 3 处 Zn 品位均达工业要求.

### 3.3 围岩和围岩蚀变

矿体围岩为结晶灰岩, 化学成分含量见表 2. 围岩蚀变主要有大理岩化、黄铁矿化, 次为矽卡岩化、白云石化、重晶石化. 其中大理岩化、黄铁矿化、矽卡岩化在南江村西采坑的结晶灰岩中发育明显, 与铅锌矿化关系密切. 围岩灰岩受岩浆热液影响发生蚀变重结晶<sup>[3]</sup>, 均可见星散分布黄铁矿颗粒. 采坑边采标本 CK08 可见非常明显的绿帘石矽卡岩化.

表 2 南江村结晶灰岩化学分析结果

样品号	定名	CaO 含量(10 <sup>-2</sup> )	MgO 含量(10 <sup>-2</sup> )
ZZ002-4	结晶灰岩	19.16	17.10

注:测试单位为湖南省有色地质测试中心

## 4 控矿因素分析及矿床成因

### 4.1 控矿因素分析

#### 4.1.1 地层

南江村西铅锌矿围岩为灰岩, 两种碳酸盐含量都较高, 有利于矿液 - 交代, 加之岩石易被溶蚀成孔隙、孔洞发育, 为矿液运移、沉淀提供了有利的空间. 加之志留系粉砂岩不透水层的屏蔽作用是为矿化富集提供了重要条件.

#### 4.1.2 断裂

从区域构造来看本区处在北西 - 北西西向儋县 - 万宁断裂带上, 该断裂带经过了三期构造活动, 第一次活动形成宽窄变化很大破碎带和角砾岩带, 在矿区表现为  $F_3$ 、 $F_6$  断裂的形成, 并伴随有深部含铁质的流体沿断裂带和角砾岩的孔隙向上充填而使岩层富含铁质, 使得区域内黄铁矿化明显. 也在本时期, 矿区南部花岗岩沿较大空隙向上充填, 在海西期形成了本区的岩体. 第二次断裂活动在前期活动形成的角砾岩带基础上又发育一系列左行斜列的破碎带, 在矿区表现为  $F_1$ 、 $F_4$ 、 $F_7$  北东、近东西向断裂的形成, 本次活动使得志留系地层中的灰岩也形成了  $F_6$  NNE 向断裂、近东西向断裂缝隙, 使富含闪锌矿的流体和闪长玢岩向上侵入充填.

#### 4.1.3 岩浆岩

矿区花岗岩体 - 蓝闪岩体属海西 - 印支时期侵入岩, 岩浆演化分异较彻底. 在演化过程中, 水蒸气压逐渐升高, 而有利于含矿热溶液的大量聚积<sup>[4]</sup>. 含矿热液沿着断层裂隙将 Pb、Zn 等金属元素运移和分离沉淀下来, 从而富集成矿<sup>[5]</sup>. 矿区铅锌矿化产在靠近花岗岩接触带附近的灰岩中, 就非常说明了这一点. 本区花岗岩有利于本区的铅锌矿化, 为铅锌矿化的成矿母岩.

### 4.2 矿床成因

区内铅锌矿产于志留系结晶灰岩, 靠近南部花岗岩体接触带附近, 呈透镜状、细脉状产出. 通过分析认为: 1) 南部花岗岩体岩浆演化分异较彻底, 微量元素表明其偏向于浅源系列, 为成矿提供了汽水

热液,为成矿物质来源;2)结晶灰岩与花岗岩附近发育 F<sub>6</sub> 断层,后期发育了一系列缝隙和节理,形成容矿构造;3)在采坑边采标本 CK08 可见非常明显的绿帘石砂卡岩化,岩体侵位于中、浅部位的含钙质的碳酸盐岩等有利围岩时,通过含矿气水热液的交代作用,形成砂卡岩.4)根据在结晶灰岩地表出露和布置钻孔验证,结晶灰岩以长条状、团状出露于地表,地表出露面积虽小,在南部仅约 0.032 km<sup>2</sup>,但厚度有 250 m 左右,在深部与花岗岩接触,在矿区英茶村东部志留系地层深部也发现有结晶灰岩分布,这为本区矿化提供了很好的赋矿岩层.

这些特征表明,本区铅锌矿化为碳酸盐岩与花岗岩接触带附近成矿物质沿裂隙向上侵入成矿,为一中型浅成接触交代热液矿床,期望在花岗岩与结

晶灰岩内外接触带附近寻找更大规模矿体.

### 参考文献

- [1] 海南省地质调查院.海南省 1:25 万琼海县幅区域地质调查报告[R].2004.
- [2] 汪啸风,马大铨,蒋大海,等.海南岛地质(二)岩浆岩[M].北京:地质出版社,1991.
- [3] 地矿部地矿司南岭铅锌矿专题组.南岭地区铅锌矿床成矿规律[M].长沙:湖南科学技术出版社,1985.
- [4] 肖庆辉,邓晋福,马大铨,等.花岗岩研究思维与方法[M].北京:地质出版社,2002.
- [5] 季克俭,吴学汉,张国柄.热液矿床的矿源、水源和热源及矿床分布规律[M].北京:北京科学技术出版社,1991.

(上接第 13 页)

## 3 结 论

边坡的稳定性分析具有一定的不确定性,本文分析了露天开采边坡稳定性的影响因素,建立模糊综合评价体系,并将其运用于某露天硫铁矿边坡的稳定性评价,得出以下结论.

1)影响边坡稳定性的因素很多,边坡稳定性分级也各有不同,根据规范手册和已有的研究成果,综合考虑各影响因素,确定了露天矿山边坡稳定性分析的 3 个一级评价因子及 16 个二级评价因子,并将稳定性划分为 5 级.

2)应用 G<sub>1</sub> 法确定权重,相比 AHP 法,具有计算量少,不须构造判断矩阵及进行一致性检验等特点;相比专家调查法,受个人主观性影响较小.连续性影响因素利用公式进行计算,离散型影响因素则采用专家评定法,较好地考虑了各因素等级划分时存在的模糊性.

3)将建立的模糊综合评价体系运用于某露天硫铁矿边坡的稳定性分析,判断了该露天硫铁矿边坡稳定性属于 II 级,即稳定性高,该结果较好地反映了边坡所处实际状态,表明该方法具有一定的实用性.

### 参考文献

- [1] 李 彬,郭忠林.边坡稳定性及其防治措施的研究[J].云南冶金,2005,34(5):3-10.
- [2] 吴秀毅.齐大山铁矿边坡稳定性及监测技术研究[D].辽宁:辽宁科技大学,2008.
- [3] 黄满刚,孙世国.边坡稳定性分析方法的研究[J].矿业快报,2008(7):34-37.
- [4] GB50021-2001,岩土工程勘察规范[S].
- [5] 王在泉.复杂边坡工程系统稳定性研究[M].徐州:中国矿业大学出版社,2000.
- [6] 万小明,朱迎欢,王南兵.作揖沱崩滑堆积体稳定性模糊评价[J].中国科技信息,2005(22):90-91.
- [7] 刘忠强,黄宏伟,薛亚东,等.岩堆边坡危险性评价及减轻对策研究[J].地下空间与工程学报,2007,3(8):1472-1475.
- [8] 张小飞.露天矿岩质边坡稳定性分析及开挖边坡角的确定[D].长沙:中南大学,2008.
- [9] 郭亚军.综合评价理论与方法[M].北京:科学出版社,2002.
- [10] 杨纶标.模糊数学原理及应用[M].广州:华南理工大学出版社,2005.