

宜章长城岭铅锌多金属矿床成矿构造

朱书林, 张术根, 李凯林

(中南大学 有色金属成矿预测教育部重点实验室, 湖南 长沙 410083; 中南大学 地球科学与信息物理学院, 湖南 长沙 410083)

摘要: 为了分析长城岭矿区构造控矿作用以指导矿产勘查工作, 本文研究了区内成矿构造特征, 进行了构造期次及应力分析, 并利用 R 型聚类分析、因子分析等手段进行了构造地球化学研究。结果表明: 区内的铅锌矿体、岩浆岩以及硅化体都受构造控制; 矿区复杂的构造形迹由海西、印支、燕山等多期构造活动所致; 燕山早期为成矿期, 成矿作用与该期岩浆活动关系紧密; 燕山早期形成的 F_{101} 断裂为区内主要的导矿、配矿构造, F_{102} 和 F_{103} 断裂经历自海西期的多期构造活动, 为主要的容矿构造, 燕山晚期形成的 F_{104} 断裂为成矿期后构造, 而于印支期形成的 F_{201} 和 F_{202} 断裂, 于喜山期重新活动, 成为区内主要破矿构造。

关键词: 成矿构造; 构造期次; 应力分析; 构造地球化学; R 型聚类分析; 因子分析

中图分类号: P613

文献标志码: A

文章编号: 1672-9102(2015)01-0056-08

On the metallogenic structures of Changchengling's Pb - Zn polymetallic deposit

ZHU Shulin, ZHANG Shugen, LI Kailin

(Key Laboratory of Metallogenic Prediction of Nonferrous Metals, Ministry of Education, Central South University, Changsha 410083, China;
School of Geoscience and Info - Physics, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: In order to reveal the role of major metallogenic structures within Changchengling ore district during ore - forming processes and thereby support future mineral prospecting, this paper surveys their characteristics, makes a tectonic - stage analysis and stress analysis, and then carries out tectonogeochemistry work mainly involved with R - Type cluster analysis and factor analysis. All these lead to the following conclusions: (1) Lead - zinc ore bodies, magmatic rocks and silicified rock units within this area all are subject to the occurrence of major structures; (2) The complex structural features have resulted from multiple stages of tectonic movement, Hercynian, Indosinian, Yanshanian and Himalayan; (3) Early Yanshanian is the metallogenic epoch, and metallogenesis is closely related to magma emplacement during this period, and (4) Fracture F_{101} formed during the early Yanshanian is the main ore - conducting and - distributing structure, while fractures F_{102} and F_{103} , which have experienced stages of tectonic activities since the Hercynian, are the major ore - hosting structures. And fracture F_{104} took form during Late Yanshanian after the metallogenic epoch. Fracture F_{201} and F_{202} formed in the Indosinian relives during Himalayan and takes the role as the ore - breaking structures.

Key words: metallogenic structure; tectonic stage; stress analysis; tectonogeochemistry; R - Type cluster analysis; factor analysis

收稿日期: 2014-07-21

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划资助项目(2009BAB43B05)

通信作者: 张术根(1958-), 男, 湖南岳阳人, 教授, 博士生导师, 研究方向: 矿产地质和矿物及相关材料。E-mail: zhangshugenzsg@163.com

湖南省郴州市宜章县长城岭铅锌多金属矿床位于南岭构造带中段北缘,具有极佳的区域地质成矿背景.然而矿区范围未进行过系统正规的地质勘查,基础地质和矿产地质研究薄弱,矿山也无地质人员工作,采矿的现状是见矿采矿,采矿工程系统总体比较复杂.笔者根据实地地质调查并结合前人工作成果,分析研究区内成矿构造及其控矿作用,希望能为进一步的矿产勘查有所帮助^[1,2].

1 矿区地质特征

如图1所示,矿区出露地层比较简单,主要为中泥盆统棋梓桥组(D_2q)、上泥盆统余田桥组(D_3s)及锡矿山组(D_3x),东部、东南部出露下石炭统(C_1),中泥盆统至下石炭统地层主要为碳酸盐岩夹细碎屑岩建造,其中 D_2q 中相对富含白云岩及白云质灰岩;西部、北部出露下侏罗统(J_1),岩性主要为砂岩、泥质粉砂岩等;在长城岭、铁坑等地出露第四系(Q)褐红色亚粘土、粘土^[3].

矿区构造以断裂为主,次为褶皱.断裂构造按其展布方向可分为北东组($F_{101}, F_{102}, F_{103}, F_{104}$)、北西组(F_{201}, F_{202})和近南北组.下文将进行详细研究.

区内岩浆岩分布广泛,岩性主要为花岗斑岩,局部发现少量玄武岩和辉长岩.按照岩脉延伸方向,可大致分为北东向、北西向及近南北向三组,明显受断裂构造控制.

区内主要蚀变类型包括硅化、萤石化、方解石化、白云岩化、铁锰碳酸盐化等.其中硅化分布最为广泛,且与矿化关系最为密切,是最重要最直接的找矿标志.硅化一般沿北东向断裂呈串珠状断续分布.

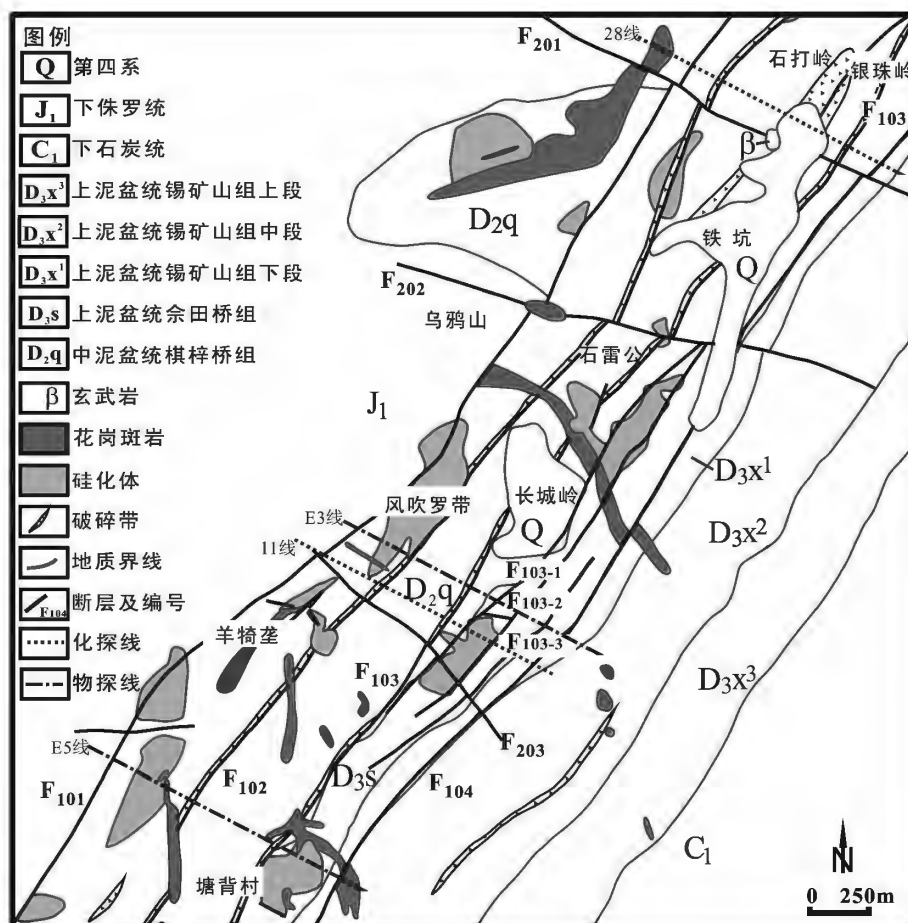


图1 长城岭铅锌多金属矿综合地质图

2 矿区矿体特征

经部分民采窿道地质调查及矿山生产中段地质编录,发现矿区矿体形态总体上主要呈脉状、透镜状产出,实际形态复杂多变,单个矿体规模普遍较小.脉状矿体一般沿北东向断裂 F_{102}, F_{103} 及其夹持地带的断

裂破碎带产出,比如沿 F_{103} 断裂分布的银珠岭及长城岭铅锌矿体;透镜状矿体亦主要沿 F_{102} , F_{103} 及其夹持地带的断裂破碎带产出,部分沿层间滑动带产出. 大部分矿体虽然边界形态多变,但通常界线清晰,矿化边界多为断层、层间滑动面或岩性界面,矿体内部既有复杂脉状矿化,又有团块状、浸染状矿化,显示其兼具充填和交代 2 种成矿作用方式.

3 矿区成矿构造

区内构造形迹尤其断裂构造发育. 构造形迹以北东向为主,次为北西西向和南北向,北西西向构造交切错断北东向构造使区内构造呈网格状展布. 为了对矿区成矿构造进行更深入的研究,笔者所在课题组进行了详细的野外地质观察和测量^[4],同时结合物探手段,制备了多个大地电磁测深剖面图. 图 2 为沿矿区 E3 线和 E5 线(图 1)所做的大地电磁测深剖面图,剖面走向上大致垂直地表北东组断裂. 通过剖面图,可以发现区内北东组断裂在深部的反映,其总体倾向都为南东且倾角都很大.

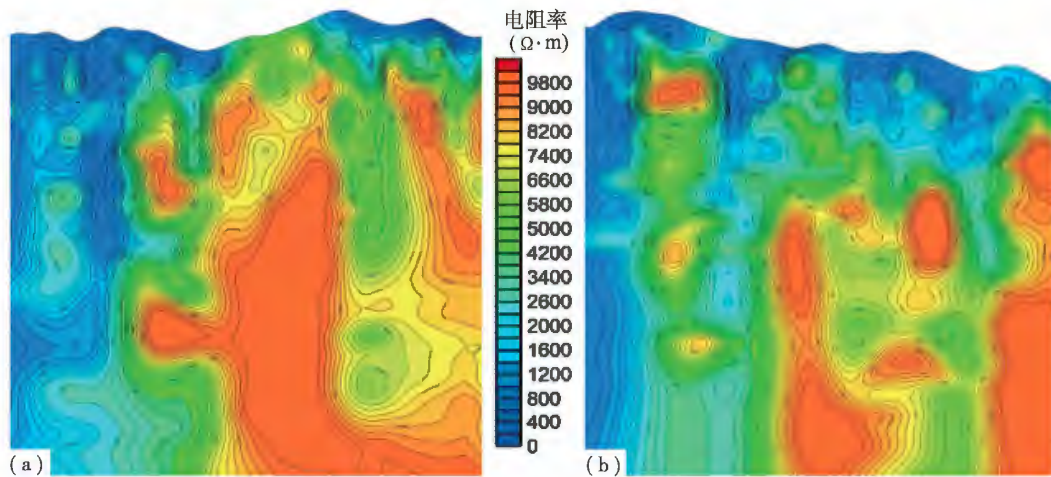


图 2 E3 线(a)和 E5 线(b)大地电磁测深剖面图

3.1 褶皱构造

研究区位于刘家-平和复式背斜南东翼,主要发育平缓次级褶皱.

刘家-平和复式背斜轴迹北北东向,向南西倾伏,长约 13 km,两翼地层呈对称出现. 南东翼地层,即矿区地层,倾向南东-南东东,倾角 $30^{\circ} \sim 50^{\circ}$,沿其总体倾向发育规模小且较为平缓的次级褶皱,局部可见强烈挠曲. 次级褶皱按其轴向又可分为 2 组:一组轴向与地层走向平行,为该复式背斜的三级褶皱构造,另一组轴向与地层走向垂直,具隔挡式褶皱组合特征.

3.2 断裂构造

根据区内断裂构造的空间展布,可将该区的断裂构造大致分为北东向组、北西西向组和近南北向组.

1) 北东向断裂. 此组断裂在区内最为发育,延伸规模最大,属于北东向炎陵-郴州-蓝山区域断裂带的组成部分^[5],与成矿关系最为密切.

a) F_{101} . 该断裂位于矿区西部,纵贯矿区,总体倾向南东,倾角 $60^{\circ} \sim 75^{\circ}$,总体表现为中泥盆统棋梓桥组与下侏罗统地层的接触界线. 沿断层破碎带,侏罗系砂页岩层有角砾岩分布,见糜棱岩化,破碎带围岩有硅化、绿泥石化、碳酸盐化现象. 可见硅化体沿该断裂带呈串珠状分布.

b) F_{102} . 该断裂位于 F_{101} 断裂东侧,纵贯矿区,主要分布在中泥盆统棋梓桥组地层,一般与地层走向呈小角度相交. 总体倾向 $SE110^{\circ} \sim 120^{\circ}$,倾角 $75^{\circ} \sim 85^{\circ}$,甚至更陡. 沿断层破碎带及其旁侧,棋梓桥组地层中常有角砾灰岩分布,也常见被粗晶方解石胶结的棱角状、次棱角状灰岩角砾岩,破碎带内部部分地段可见硅化角砾岩. 沿断裂破碎带内部及其次级断裂,见规模不等的硅化体呈串珠状断续分布,见方解石脉充填及矿体就位,见古溶洞、现代溶洞沿该断裂带分布,见铁锰碳酸盐化和白云岩化现象,也常见胶结松散、镜面发育、擦痕清晰的断裂面.

c) F_{103} . 该断裂位于 F_{102} 以东,纵贯矿区,主要发育在中泥盆统棋梓桥组地层,一般与地层走向呈小角度相交. 总体倾向 $110^{\circ} \sim 130^{\circ}$, 倾角 $> 75^{\circ}$, 局部近乎直立. 沿断层破碎带及其旁侧,棋梓桥组地层常有角砾灰岩,破碎带内部分地段可见硅化角砾岩. 可见结核状菱铁矿,皮壳状菱铁矿、硬锰矿和受强风化形成的铁锰帽. 沿断裂破碎带内部及其次级断裂,见硅化体呈串珠状断续分布,见矿体就位,见强烈牵引的劈理化带,有古溶洞、现代溶洞沿该断裂带分布,也常见胶结松散、镜面发育、擦痕清晰的断裂面.

d) F_{104} . 该断层纵贯全区,位于矿区东部,主要产在上泥盆统余田桥组和锡矿山组地层中,地层走向与断层的走向之间的交角较小. 总体倾向南东,倾角在 $65^{\circ} \sim 85^{\circ}$ 之间. 沿断层破碎带及其旁侧,可见少量铁锰碳酸盐化现象,未见硅化和矿化现象.

2) 北西西向断裂. 此组断裂交切错断北东组断裂,因而其形成总体晚于北东组断裂.

a) F_{201} . 该断裂贯穿全区,倾向南西,倾角 $40^{\circ} \sim 70^{\circ}$, 产在石打岭与铁坑之间,总体右旋切割近北东向断裂破碎带及矿区西侧花岗斑岩岩体,在石打岭西南部 F_{102} 和 F_{103} 断裂带间破碎带与 F_{201} 断裂交切部位有豆状玄武岩小岩株侵入.

b) F_{202} . 该断裂贯穿全区,倾向南西,倾角 $30^{\circ} \sim 65^{\circ}$, 产在石雷公—乌鸦山一带,总体右旋切割北东向断裂破碎带,与 F_{101} 断裂交切部位有小花岗斑岩岩体侵入.

3) 近南北向断裂. 此组断裂发育程度低,规模小,主要分布于研究区南部,基本上被花岗斑岩脉充填,个别与北东向断裂交切,总体左旋切割北东向断裂破碎带.

4 构造期次及应力

根据区域地质资料,加里东期,南岭中段构造环境相对活跃,古扬子与古华夏壳体聚合,地层遭受广泛的区域变质并发生强烈褶皱变形;海西期构造环境相对稳定,构造、岩浆活动微弱;印支期再度处于活动环境,印支运动致使区域构造变形强烈,形成大规模宽展型褶皱与 NNE 向为主的逆冲断裂,但岩浆活动强度较低. 燕山早期构造活动强度达到顶峰,区域构造形迹进一步复杂化,同时岩浆活动强烈;燕山晚期构造活动强度减弱,形成断陷山间盆地. 晚白垩世晚期之后,区域地壳活动性显著降低^[5-12].

结合区域构造背景、矿区内各组构造之间的交切关系以及构造与岩浆岩的关系,可知矿区构造活动有明显的多期性.

1) 海西期. 沿矿区 F_{102} 和 F_{103} 断裂于泥盆系地层部分层位可见同生角砾岩(图3),可知海西期沉积作用进行的同时此2断裂也处于活动状态. 通过野外工作,发现2断裂上盘的沉积厚度相对下盘厚很多,表明断层上盘在沉积过程中相对下盘不断下降,故可判定为正断层,同时构造面特征指示水平方向上为左旋张剪性断层. 因此,海西期区内构造应力场的最大主应力 σ_1 方向应为 NNE—SSW.

2) 印支期. 该期在 NW—SE 向的区域挤压力作用下,早期形成的北东向 F_{102} 和 F_{103} 断裂受到压剪性应力作用,出现局部高角度逆断层、强烈的糜棱岩化和层间揉皱现象(图4);同时形成了区内走向北东的刘家—平和复式背斜. 另外,该压应力衍生另外2个方向的张剪应力形成北西西向 F_{201} 和 F_{202} 断裂以及近南北向断裂,此2组断裂都有控制燕山早期玄武岩或花岗岩的产出,也印证了其形成于印支期的推断. 此期构造应力场的最大主应力 σ_1 方向为 NW—SE.

3) 燕山期. 燕山早期构造活动强度达到巅峰,由此形成了左旋压剪性逆断层 F_{101} ,其上盘相对上升经风化剥蚀出露泥盆系地层,表现为侏罗系砂岩与上伏中泥盆统棋梓桥组灰岩呈不整合接触(图5),同时,先前形成的构造形迹遭受强烈改造,尤其于 F_{102} 和 F_{103} 产生了各种压剪性次级构造,形成了良好的容矿空间. 此期构造应力场最大主应力 σ_1 方向仍为 NW—SE. 另外,燕山早期岩浆活动强烈,区内出露的岩浆岩几乎都于此期侵入,岩浆期后热液活动频繁,热液携带于岩浆中带出的成矿元素沿早先形成的 F_{101} , F_{102} , F_{103} 断裂带侵入,运移过程中不断萃取围岩中的成矿物质,并在有利于矿质沉淀聚集的部位形成矿体. 因此燕山早期即为研究区的成矿期, F_{101} , F_{102} 和 F_{103} 为成矿前构造.

燕山晚期构造活动强度减弱,应力方向也较燕山早期有一定偏转,NNW—SSE 向的区域挤压力对区

内的构造形迹进行了改造. 同时, 该期还形成了压剪性断裂 F_{104} . 此期内形成的构造都为成矿期后构造, 都或多或少地影响着矿体形态. 燕山晚期构造应力场的最大主应力 σ_1 方向应为 NNW – SSE.



图3 F_{102} 断裂上的同生角砾岩



图4 F_{103} 上的揉皱现象

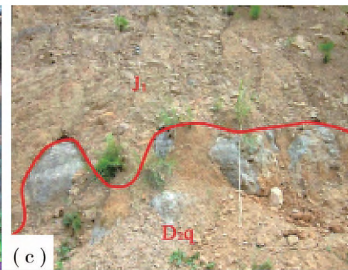


图5 侏罗系砂岩与中泥盆统棋梓桥组灰岩呈不整合接触

4) 喜山期. 喜山期构造活动强度不大, 反应在矿区主要是 F_{201} 和 F_{202} 重新活动, 错断了北东向断裂及矿体, 破坏了矿体原有形态. 矿区其他构造形迹只是受到微弱的调整作用.

5 构造地球化学特征

构造地球化学研究可以从地球化学角度对区内构造和成矿元素富集之间的关系进行更深入的研究, 下面对沿 F_{101} , F_{102} , F_{103} 及 F_{104} 断裂破碎带采取的构造地球化学样品进行 R 型聚类分析和因子分析, 同时结合地球化学剖面特征进行分析探讨并总结规律^[13].

5.1 R 型聚类分析

对北东向 4 条主要断裂上的构造地球化学样品, 分别进行相关元素的聚类分析, 得到图 6 所示的聚类图.

对于 F_{101} , 由图 6a 可知, $\text{TFe}_2\text{O}_3 - \text{Mn}$ 显著相关, 代表该断裂上的铁锰碳酸盐化; $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{K}_2\text{O}$ 显著相关, 又与 La, Li 相关, 代表花岗斑岩相关元素组合; $\text{Na}_2\text{O} - \text{Sb}$ 高度相关, 而区内花岗斑岩钠化强烈, 故说明 Sb 与花岗斑岩关系密切, $\text{Pb} - \text{Sn} - \text{W}$ 显著相关, 代表中高温成矿元素组合, 此 2 簇群又有着较高的相关度, 说明高中低温成矿元素分异程度低, 并都与花岗斑岩密切相关, 结合此断裂上见硅化未见矿的事实, 推测此断裂可能为导矿、配矿构造; 另外, $\text{CaO} - \text{Sr} - \text{Ba} - \text{Zn} - \text{As} - \text{MgO}$ 有着较高的相关度, 代表地层元素组合, 其中 Zn 与地层元素聚为一类, 说明 Zn 可能源于地层^[14].

对于 F_{102} , 由图 6b 可知, $\text{K}_2\text{O} - \text{Li} - \text{Al}_2\text{O}_3$ 显著相关, 为花岗斑岩元素组合; $\text{CaO} - \text{Sr}$ 高度相关, 为地层元素组合; $\text{As} - \text{Cu} - \text{Zn}$ 相关, 代表中低温成矿元素组合; $\text{Na}_2\text{O} - \text{W} - \text{Sb}$ 中等相关, 表明成矿元素可能与钠化花岗斑岩有关; $\text{Ba} - \text{Pb} - \text{TFe}_2\text{O}_3 - \text{MgO} - \text{Mn}$ 相关度较高, 代表白云岩化和铁锰碳酸盐化, Pb 的富集可能与此相关. 结合此断裂上见硅化同时见矿的实际情况, 总的来说, 成矿元素有不同的组合, 表明成矿元素在各自有利的条件下富集成矿; 同时与 F_{101} 上的情况比较而言, 成矿元素与 Na_2O 的相关度下降, 说明成矿元素可能部分来源于岩浆岩, 部分为岩浆热液从地层围岩中所带出.

对于 F_{103} , 由图 6c 可知, $\text{Mn} - \text{Cu}$ 显著相关并与 As 相关, 由于断裂附近有玄武岩出露, 并在其附近沿该断裂有菱铁菱锰矿化以及较弱的黝铜矿化现象, 推测该组元素可能来源于玄武岩; $\text{TFe}_2\text{O}_3 - \text{Pb} - \text{Zn}$ 高度相关, 代表中温成矿元素, 与 Na_2O 相关, 说明其与花岗斑岩有关; Sb 与地层元素 $\text{CaO}, \text{Sr}, \text{Ba}$ 有一定相关度, 可能表示 Sb 于灰岩中富集成矿, 该断裂上确实也发现了锑矿赋存于灰岩中. 总得来看, 此断裂上情况与 F_{102} 类似, 成矿元素与 Na_2O 相关度不是十分明显, 表明来源不限于岩浆, 另外成矿元素有不同组合, 分异明显.

对于 F_{104} , 由图 6d 可知, $\text{As} - \text{Ba} - \text{Na}_2\text{O} - \text{Zn} - \text{W} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{K}_2\text{O} - \text{Li} - \text{Pb}$ 显著相关到相关, 此组元素为地层元素与岩浆热液元素的结合, 而该断裂上未见岩浆岩侵位、未见硅化和成矿元素富集, 出现这种元素组合的原因很可能是因为断裂形成前地层受到了岩浆热液的影响; $\text{TFe}_2\text{O}_3 - \text{Mn}$ 高度相关, 代表铁锰碳酸盐化; Sb 与 MgO 相关, 推测此断裂上 Sb 与白云岩关系密切.

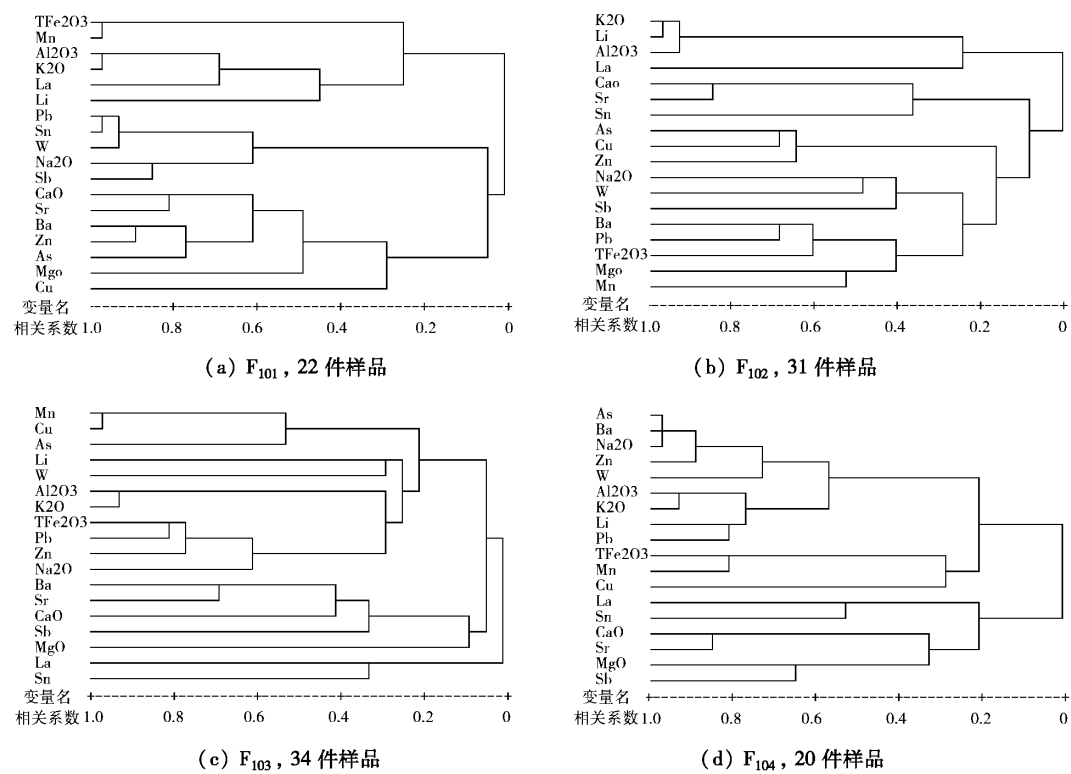


图 6 不同断裂上构造地球化学样品 R 型聚类

5.2 因子分析

针对 F₁₀₁ - F₁₀₄ 断裂上的构造地球化学样品,选取合适的元素作为变量分别进行 R 型因子分析,表 1 统计了分析结果,并做出了相应解读.

表 1 不同断裂 R 型因子分析统计

位置	因子	元素组合	解读	累计方差/%
F ₁₀₁	F1	Na ₂ O, Pb, Sb, Sn, W	成矿元素组合,与花岗斑岩(钠化强烈)密切相关	82.52
	F2	CaO, MgO, As, Ba, Sr, Zn	碳酸盐地层元素组合, As, Zn 可能源于地层	
	F3	Al ₂ O ₃ , K ₂ O, La, Li, - CaO	花岗斑岩元素组合,岩浆热液使灰岩去钙	
	F4	TFe ₂ O ₃ , Mn	铁锰碳酸盐化	
F ₁₀₂	F1	Al ₂ O ₃ , K ₂ O, Li	花岗斑岩元素组合	84.25
	F2	CaO, Sn, Sr, - TFe ₂ O ₃ , - La	地层元素组合	
	F3	As, Cu, Zn, - Sn	中低温成矿元素组合,与高温 Sn 相斥	
	F4	MgO, TFe ₂ O ₃ , Mn, Ba	铁锰碳酸盐化和白云岩化	
	F5	Pb, W	中、高温元素一起,可能由于成矿空间受限而重叠	
	F6	MgO, Na ₂ O, Sb	锑、花岗斑岩、白云岩化彼此关系密切	
F ₁₀₃	F1	TFe ₂ O ₃ , Na ₂ O, Pb, Zn	中温成矿元素组合,与花岗斑岩关系密切	84.89
	F2	Al ₂ O ₃ , K ₂ O, - CaO	花岗斑岩元素,岩浆热液使灰岩去钙	
	F3	As, Ba, Sr, - Sn	远离岩浆热液的地层中的元素	
	F4	Mn, Cu, As	源自玄武岩元素组合(该断裂附近有玄武岩出露)	
	F5	La, - Sb	岩浆热液使 Sb 被带走	
	F6	Li, - MgO	岩浆热液使 MgO 被带走	
	F7	W	高温成矿元素	
F ₁₀₄	F1	Al ₂ O ₃ , K ₂ O, Na ₂ O, As, Ba, Li, W, Zn	地层和岩浆热液元素(断裂前地层受岩浆热液影响)	88.24
	F2	Al ₂ O ₃ , TFe ₂ O ₃ , Mn, Pb, - Sr, - CaO	铁锰碳酸盐化, Sr 和 Ca 被带走	
	F3	Cu, - Sn	中温元素 Cu 与高温元素负相关	
	F4	MgO, Sb	Sb、白云岩关系密切	

结合各断裂上已了解到的实际情况,总得来看,因子分析结果与聚类分析结果大致相符:对于 F_{101} ,主要成矿元素集中体现在一个因子,并与花岗斑岩关系密切; F_{102} 和 F_{103} 的情况大致类似,不同组合成矿元素由不同因子体现,并与花岗斑岩相关; F_{104} 上因子最少,元素集中,反应了该断裂上地质情况最为简单.另外,各断裂上都有不同程度的铁锰碳酸盐化.

5.3 地球化学剖面成矿元素分布

地球化学剖面图可以更直观地反应元素聚散规律.这里探讨主要断裂构造与主要成矿元素富集的关系,因而选取了垂直主要断裂构造的典型剖面 11 线和 28 线(图 1),重点分析成矿元素 Pb, Zn, Sb, W, Sn 沿剖面分布的情况.

图 7 为沿区内 11 及 28 号勘探线绘制的地化剖面成矿元素分布简图.由图 7 可知:11 线上情况非常明了,5 种成矿元素在 F_{101} , F_{102} , F_{103} 附近含量都有不同程度提升,而在 F_{104} 及其旁侧都偏低.28 线上,从 F_{101} 至 F_{102} 附近, Sb, Sn, W 含量较高,尤其在 F_{102} 附近, Sb, Zn, W 分别达到峰值;在 F_{103} 破碎带附近, Sb, Pb, Zn, W 含量高,并达到另一峰值;而在 F_{104} 附近,所有成矿元素含量都相对降低;花岗斑岩处, Sn, W 含量明显偏高.总得来看,两条剖面反应的情况基本一致, F_{101} , F_{102} , F_{103} 附近由于有岩浆或岩浆热液影响,成矿元素都相对富集, F_{104} 无或很少受岩浆影响成矿元素都相对亏损;在花岗斑岩和硅化体中,成矿元素相对富集.

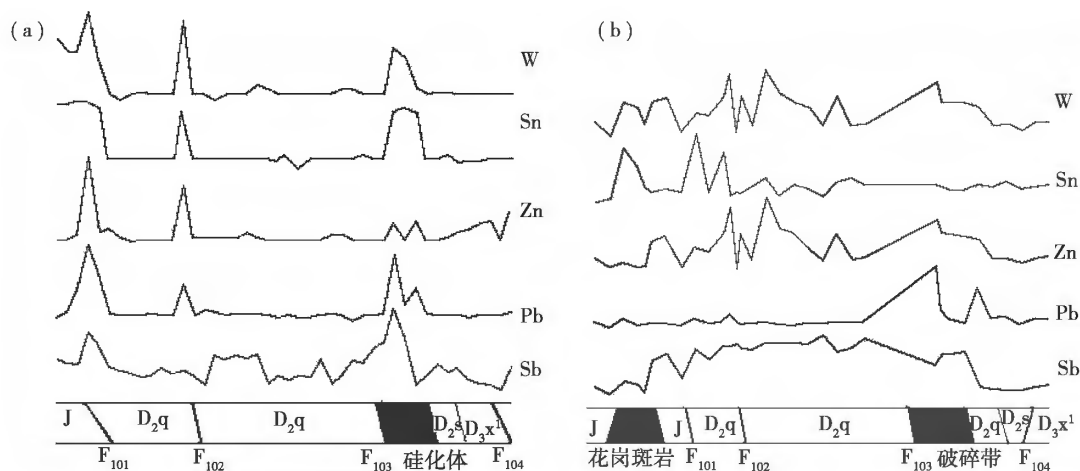


图 7 11 线 (a) 和 28 线 (b) 地化剖面简图

5.4 构造地球化学讨论

综合以上构造地球化学分析结果,发现 F_{101} 上成矿元素与花岗斑岩类元素组合关系紧密,且分异程度低,结合沿断裂见硅化未见矿的实际情况,推测此断裂为导矿、配矿构造; F_{102} 和 F_{103} 上成矿元素从高温到低温有不同组合,反应了不同类型成矿元素沉淀富集环境的差异性,与花岗斑岩类元素组合关系有所下降,说明了成矿元素不仅有源于花岗斑岩的部分,还有于围岩中萃取的部分,结合沿断裂见硅化见矿的实际情况,认为此 2 断裂为容矿构造; F_{104} 上地层元素和岩浆热液元素密切相关,结合沿断裂未见岩浆侵位、未见硅化未见成矿元素富集的情况,推测可能是由于断裂形成前地层受到岩浆热液的影响所致,此断裂应为成矿期后构造;成矿元素具有多源性,主要来自于花岗斑岩和地层, Sb 与白云岩化关系密切,这可能因为白云岩化碳酸盐岩孔隙度高有利于成矿流体的运移和成矿元素的沉淀富集.

6 结论

1) 矿区至少经历了海西期、印支期、燕山期和喜山期四次不同程度的构造运动.海西期,加里东期即已存在的 F_{102} 和 F_{103} 断裂出现间歇性活动;印支期构造活动强烈, NW - SE 向区域挤压力形成了北东向刘家 - 平和复式背斜、北西向西 F_{201} 和 F_{202} 断裂以及近南北组断裂, F_{102} 和 F_{103} 遭受强烈改造,产生了各种压剪性次级构造;燕山早期构造活动强度达到巅峰,主应力方向较印支期不变,区内构造形迹在压剪性作用下再次遭受改造并形成 F_{101} , 为成矿作用提供了良好的导矿、容矿构造,之后岩浆活动强烈,岩浆热液活动

频繁,发生成矿作用,形成矿体;燕山晚期构造强度减弱,NWW-SEE向区域挤压力形成 F_{104} ,喜山期 F_{201} 和 F_{202} 活动调整,错断北东向断裂及矿体。

2)燕山早期为成矿期。区内成矿元素的富集与该期强烈的岩浆热液活动以及区内此前形成的丰富的各级断裂及裂隙关系紧密。岩浆期后热液将成矿元素从花岗斑岩体中带出,沿 F_{101} , F_{102} , F_{103} 运移,运移过程中又不断从地层中萃取成矿元素,最终成矿元素沿 F_{102} , F_{103} 断裂破碎带及其次级断裂附近,先后于有利环境下卸载沉淀,Pb,Zn,Sb更是富集成矿。成矿元素主要源于花岗斑岩和地层,并主要富集成矿于有利构造部位附近的泥盆系碳酸盐地层中,其中Sb与白云岩关系非常密切,主要赋存于白云岩化碳酸盐岩地层当中。

3)区内北东向断裂为主要控矿构造, F_{101} 为区内主要的导矿、配矿构造, F_{102} , F_{103} 为主要的容矿构造, F_{104} 形成于成矿期后,对矿体形态有一定的影响;北西西向断裂 F_{201} , F_{202} 破坏了矿体的原有形态,为矿区主要的破矿构造,对矿体形态有控制作用。

4)区内铅锌锑矿化主要集中在 F_{102} , F_{103} 断裂破碎带及其旁侧,铅锌锑矿的进一步找矿工作应沿 F_{102} , F_{103} 断裂进行,另外对于锑矿,应重点于富含白云岩和白云质灰岩的中泥盆统棋梓桥组地层中开展找矿工作。

参考文献:

- [1] 于宁,栾辉,王相文. 浅析长城岭铅锌银多金属矿田成矿地质背景及特征[J]. 有色矿冶,2009,25(4):8-14.
- [2] 卢建华. 湖南省宜章县长城岭矿区铅锌银矿普查[R]. 湖南省有色地勘局一总队,2007.
- [3] 湖南省地质矿产局. 湖南省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1988.
- [4] 陈国达. 成矿构造研究法[M]. 北京:地质出版社,1985.
- [5] 张岳桥,董树文,李建华,等. 华南中生代大地构造研究新进展[J]. 地球学报,2012,33(3):257-279.
- [6] Hsu K J, Li J L, Chen H H, et al. Tectonics of South China: Key to understanding west Pacific geology[J]. Tectonophysics, 1990,183:9-39.
- [7] 舒良树,周新民,邓平,等. 南岭构造带的基本地质特征[J]. 地质论评,2006,52(2):251-265.
- [8] 柏道远,马铁球,王先辉,等. 南岭中段中生代构造-岩浆活动与成矿作用研究进展[J]. 中国地质,2008,35(3):436-455.
- [9] 陈培荣,华仁民,章邦桐,等. 南岭燕山早期后造山花岗岩类:岩石学制约和地球化学背景[J]. 中国科学(D辑),2002,32(4):279-289.
- [10] 陈培荣,华仁民,张文兰,等. 南岭与中生代花岗岩类有关的成矿作用及其大地构造背景[J]. 高校地质学报,2005,11(3):91-304.
- [11] 刘勇,李廷栋,肖庆辉,等. 湘南宜章地区辉绿岩、花岗斑岩、安山岩的形成时代和成因[J]. 地质通报,2012,31(9):1363-1378.
- [12] 李献华,李武显,李正祥. 再论南岭燕山早期花岗岩的成因类型与构造意义[J]. 科学通报,2007,52(9):981-991.
- [13] 韩润生. 构造地球化学近十年主要进展[J]. 矿物岩石地球化学通报,2013(2):198-203.
- [14] 张术根,姚翠霞,杨汉壮,等. 粤北凡口式铅锌硫化物矿床关键成矿控制系统及成矿预测研究[M]. 长沙:中南大学出版社,2012.