

西藏拉屋多金属矿床的成矿元素分带规律*

刘延勇

(中山大学地球科学系, 广东 广州 510275)

摘要: 西藏拉屋铜铅锌多金属矿床的形成与该区花岗岩的形成密切相关, 该矿床的成矿元素具有明显分带性。研究表明, 该区成矿元素的分带现象, 应是重熔岩浆原地结晶分异产生的成矿流体在向上运移过程中, 其内的不同成矿元素在不同的温度-化学区间沉淀析出的结果, 从而形成之下而上为 Cu、Zn、Pb、Ag 的规律性分带。

关键词: 拉屋多金属矿床; 成矿分带; 花岗岩成因

中图分类号: P595 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2008) 06-0066-04

1 地质背景

拉屋铜铅锌多金属矿床位于西藏当雄县, 构造上位于念青唐古拉山—腾冲燕山晚期火山—岩浆弧东段北侧、纳木错—嘉黎断裂带南侧的申扎—旁多铜—银—铅—锌—金成矿亚带内^[1-3]。

拉屋矿区出露的地层为石炭系旁多群和二叠系洛巴堆组。前者主要为石英砂岩、绢云母石英板岩、大理岩, 后者为石英砂岩、泥质粉砂质板岩和长石石英砂岩。地层总体为北西西走向, 大体以中部的花岗岩体为界, 北部地层倾向北北西, 南部倾向南西, 构成了一个北陡南缓且向北西西方向倾伏(倾伏角为 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$) 的不对称背斜(图1)。据现有资料, 矿区地层中 Mo、Cu、Zn、Pb、Ag、Au 等元素的丰度普遍较高, 远高于地壳平均含量和区域背景值^[1-2]。

区内的断裂有北西和北北东向两组, 前者规模较大为 F_3 断层为主, 次为 F_5 , 并有一系列与其平行或近于平行、宽度从几 cm 到几 m 不等的次级破裂面。该组断裂为成矿前断裂, 其内部分区段被矿体充填(图1); 北北东向断裂地表未见出露, 根据地层关系推测, 其形成时间可能在背斜形成之后和矿体形成之前。

区内出露的白云母二长花岗岩为日音拿岩体的组成部分。白云母二长花岗岩岩体大体沿背斜的轴部产出, 出露面积约 6 km^2 , 形成于燕山晚期, K-Ar 全岩年龄为 $109 \pm 1.3 \text{ Ma}$ ^[2]。花岗岩具有高 Al、Ca、Na 和贫 Fe 低 K 的特征。K/Na 为 $0.33 \sim 0.87$, AR 为 $2.81 \sim 2.36$, A/NCK > 0.11 , CaO/

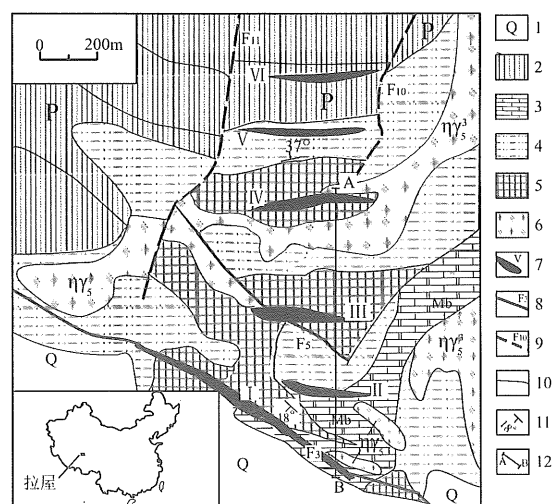


图1 拉屋矿区地质图

Fig. 1 Geological map of the Lawu mineral deposit

1 - 第四系; 2 - 二叠系洛巴堆组石英砂岩、长石石英砂岩; 3 - 石炭系旁多群泥质砂板岩; 4 - 大理岩; 5 - 矽卡岩; 6 - 燕山晚期白云母二长花岗岩; 7 - 矿体及编号; 8 - 实测断层及编号; 9 - 推测断层及编号; 10 - 地质界线; 11 - 产状; 12 - 剖面

Na_2O 为 $0.18 \sim 0.40$, 属钠过饱和钙碱性系列。岩体中成矿元素的平均含量为: Pb 为 65.43 、Zn 为 41.7 、Ag 为 $0.18 \mu\text{g/g}$, 高于区域背景含量。

岩体周围的地层普遍有热液蚀变现象, 石炭系的碳酸盐岩类蚀变为矽卡岩和大理岩。矽卡岩主要分布于背斜的核部及两翼, 其上为条带状大理岩石和泥质砂质板岩, 两者互层产出。矿体主要发育于矽卡岩和泥沙质板岩内(图1)。矿化蚀变强烈, 主要有黄铜矿化、黄铁矿化、方铅矿化、孔雀石

* 收稿日期: 2008-06-27

基金项目: 高等院校博士点基金资助项目(20030558005); 中山大学科学基金

作者简介: 刘延勇(1967年生), 男, 博士研究生; E-mail: volvolvy@163.com

化、褐铁矿化和闪锌矿化等。

2 矿床成矿元素分带特征

目前拉屋矿区已探明的矿体有6个,矿体产出形式有充填型和矽卡岩型两种类型,前者充填于断裂破碎带、地层层理或层间滑动面中,形态为脉状或似层状;后者产于花岗岩岩体外接触带1~2 km范围内的矽卡岩或矽卡岩化大理岩中,形态多为板状、似层状或大透镜状。矿体长度一般为500~1800 m,厚10 m左右,分布于近东西向的背斜的两翼,倾向与背斜两翼地层的倾向大体协调。根据图1所示以及有关资料显示^[1-2],I号矿体产于F₃断裂内,矿体沿断裂破碎带充填,成矿元素主要为Cu,平均品位达1.03%。II号矿体产于矿区南部F₃与F₅断裂之间的矽卡岩(矿体上部)与粉砂质板岩、石英砂岩(下部)接触面上,成矿元素主要有Cu(平均品位为1.02%),而且Zn含量甚高(Zn平均品位达10.45%),与I号矿体显著差异。III号为锌矿体,产于F5断裂北侧、矿区中部的矽卡岩带中,受矽卡岩和F5断裂控制,成矿元素主要是Zn,但品位比II号矿体低,平均品位为5.64%。IV号产于矿区北部矽卡岩带中,成矿元素主要为Zn、Pb,其中,Zn的平均品位为3.60%,Pb的平均品位为0.42%。V号为铅锌矿体,产于矿区北部矽卡岩带中,受矽卡岩控制,成矿元素为Zn、Pb,其中,Zn的平均品位为3.43%,Pb的平均品位达0.62%;VI号为铅锌(银)矿体,产于矿区北侧砂板岩带中,成矿元素为Zn、Pb,其中,Zn的平均品位达4.61%,Pb的平均品位达5.12%,据最新勘查结果显示,该矿体Ag的平均品位已超过工业品位,故该矿体为铅锌(银)矿体。

从上可见,拉屋矿床的成矿元素主要为Cu、Zn、Pb、Ag,矿化分带明显:从南向北依次为铜矿化、铜锌矿化、锌矿化、锌铅矿化、铅锌矿化、铅锌(银)矿化。

3 讨论

对于拉屋矿床的成矿元素分带现象,以往的研究将其归咎于岩浆的多次活动,认为形成于地壳深部富含成矿物质的岩浆多次侵入于含矿地层下部,且每次侵入带来不同的成矿物质,从而形成不同成矿元素组合的矿体;或者岩浆不同期次的入侵从地层中“萃取”不同的成矿物质参与成矿^[1,2]。问题

是,没有证据表明本区曾有过多次的岩浆侵入,也没有证据表明拉屋矿床中不同成矿物质组成的矿体是形成于不同的成矿期。

有关花岗岩成因的最新研究结果表明,花岗岩的形成可能是壳内物质随着陆壳内部温度的变化而从有序(原始岩石)到无序(熔体),再到新的有序(花岗岩)的结果;花岗岩是成层的,“岩体”只是壳内重熔花岗岩层上界面的凸起部分,其大小与形态,反映的是重熔界面(重熔花岗岩层的上界面)与剥蚀面(现代地面)的几何关系,与“岩浆侵入量”的多寡无关;花岗岩的成岩和成矿物质均来自卷入重熔的原始岩石,岩石的熔融(重熔)过程为原来分散于原始岩石地层中的各种成矿元素,提供了一个重新组合、迁移和富集的机会^[4-9]。这一新的花岗岩成因理论,可以合理解释拉屋矿床的各种地质资料和成矿元素分带规律。

4 元素分带成因

晚白垩世的熔融(重熔)事件,造成了本区目前的沉积变质盖层之下的上地壳下部岩石大部甚至全部熔融,形成了晚白垩世的重熔花岗岩层。矿区范围内出露的白云母二长花岗岩,与矿区东部的日音拿岩体等,分别代表了这一花岗岩层上界面(重熔界面)^[4]的不同突起部位,岩体的出露面积反映了突起高度的差异(图2A);壳内重熔岩浆层的形成导致了固体陆壳的减薄,以及上覆盖层岩石因受热而变软和变质,在侧压力或直压力的作用下发生褶皱弯曲和断裂。花岗岩的成矿物质和成岩物质一样,均来自卷入重熔的陆壳岩石。本区岩石地层远高于地壳平均值的Mo、Cu、Zn、Pb、Ag、Au等元素,为岩浆结晶后期或期后的热液成矿作用提供了奠定了物质基础;随着地壳温度的降低,壳内重熔层发生自上而下的固结作用。无法加入硅酸盐晶格的Cu、Zn、Pb、Ag等成矿元素,随着岩浆的结晶而在残余相和气相中逐渐富集,并在重压力差和温度差的驱动下向重熔界面突起部位(低压区)迁移和聚集,并最终被排除熔融-结晶系统^[4-5]。成矿流体在向上运移过程中,其内的不同成矿元素在不同的温度-化学区间沉淀析出,形成不同元素组合的矿床。据现有研究^[4-5,9],从重熔界面(岩体接触界面)向上或向外,部分成矿元素的析出顺序为Mo→W→Cu→Zn→Pb→Au→Ag→Hg。由此可以合理解释拉屋矿床的成矿元素分带(图2B)。

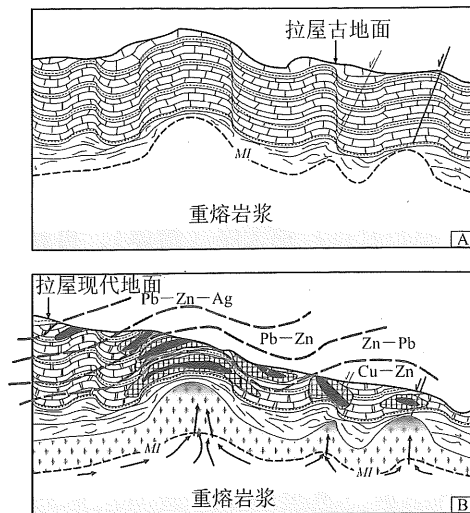


图2 拉屋矿床成矿模式图(据文献[9])

Fig. 2 Metallogenic model of Lawu deposit

事实上,上述成矿分带规律已为大量的资料所证实^[10-11],例如湖南香花岭锡铅锌多金属矿床(图3)。该矿床产于上泥盆统棋梓组和余田桥组的碳酸岩中,自重熔界面向外,依次为钨钼(锡)带,铅锌(锡)带和铅锌带。换言之,随着成矿温度向外(向上)逐渐降低,钨、钼矿化逐渐减弱,铅锌矿化增强。

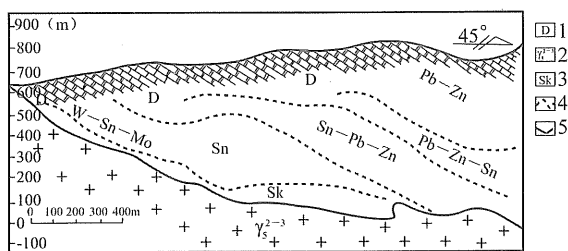


图3 湖南香花岭锡铅锌多金属矿床分带剖面图(据文献[11])

Fig. 3 Geological section of the Xianghualing Sn-Pb-Zn polymetallic deposit in Hunan

- 1 - 上泥盆统棋梓组和余田桥组灰岩、大理岩;
- 2 - 燕山晚期黑云母花岗岩; 3 - 矽卡岩;
- 4 - 矿化带界线; 5 - 花岗岩与围岩接触界线

从图4中可见,从岩体向上(向外),围岩的热变质程度逐渐降低。与热变质层相应,元素周期表中第四、第五周期的副族成矿元素呈规律性变化:从最下部的W、Mo、Nb、Ta组合(高温带)→Cu、Zn(W)组合(高、中温带)→Zn(中温带)→Zn、Pb组合(中低温带)→Ag、Pb、Zn组合(低温带)(图4)。

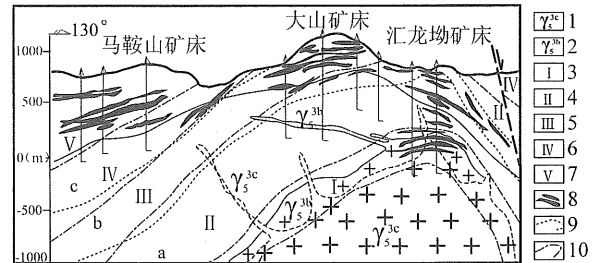


图4 广西芒场矿床纵剖面图(据文献[10])

Fig. 4 The cross section of the Mangchang deposit in Guangxi
 1 - 燕山晚期第二次花岗斑岩; 2 - 燕山晚期第三次花岗岩;
 3 - 岩浆交代矿化带; 4 - 高温矿化带; 5 - 中温矿化带;
 6 - 中低温矿化带; 7 - 低温矿化带; 8 - 矿体;
 9 - 角岩化带; 10 - 矿化带界线;
 a - 榴辉角岩带; b - 长英角岩带; c - 角岩化带

从上可见,与花岗岩有关的热液矿床的成矿元素规律性分带,是重熔岩浆原地结晶分异作用产生的现象,原地重熔说对此已做了系统阐明^[4]。拉屋矿床的成矿元素分带为上述理论提供了新的佐证,反之又证实了拉屋矿床的形成与该区花岗岩的形成有关;晚白垩世的花岗岩并非都来自深部源区,而是可能由该区沉积变质盖层之下的上陆壳岩石熔融(重熔)——结晶而成。

5 认识和建议

拉屋矿床成矿元素的分带原因,可能是成矿流体在向上运移过程中,其内的不同成矿元素在不同的温度-化学区间沉淀析出,形成不同元素组合的矿床的结果。

根据成矿元素的分带规律,建议在开采中的Ⅲ号矿体的北部寻找低温的硫化物矿床或Ag、Au矿床;以及背斜的核部,即Ⅲ号矿体的深部寻找高温的硫化物矿床。

致谢:本文得到中山大学地球科学系陈国能教授悉心指导,深表感谢!

参考文献:

- [1] 河南省地质调查院. 西藏当雄县拉屋-嘉黎县同德一带铜铅锌多金属矿评价报告[R], 2003: 1-40.
- [2] 杜欣, 刘俊涛, 王亚平. 西藏拉屋铜铅锌多金属矿床地质特征及成因分析[J]. 矿产与地质, 2004 (5): 410-414.
- [3] 刘延勇, 黄秋荣, 彭卓伦, 等. 用原地重熔说讨论拉屋矿床的形成及演化[C]//华南青年地学文集, 2006: 76-80.
- [4] 陈国能, 曹劲建, 张珂. 原地重熔说与元素地球化学场[M]. 北京: 地质出版社, 1996: 1-99.
- [5] 陈国能. 花岗岩成因与成矿理论研究进展——原地重

- 熔说与元素地球化学场简介[J]. 地球科学进展, 1998, (2): 140 - 144.
- [6] GRAPES R H. Melting and thermal reconstitution of pelitic xenoliths, Wehr volcano, East Eifel, Germany [J]. J Petrol, 1986, 27: 343 - 396.
- [7] GRAPES R H. Uplift and exhumation of Alpine schist, Southern Alps, New Zealand: thermobarometric constraints[J]. NZ J Geol Geophys, 1995, 38: 525 - 533.
- [8] BARBERO L, VILLASECA C, ROGERS G. Geochemical and isotopic disequilibrium in crustal melting: an insight from anatectic granitoids from Toledo, Spain[J]. J Geophys Res, 1995 100: 15745 - 15765.
- [9] CHEN G N, GRAPES R H. In-situ melting: Granite Genesis and Crystal Evolution[M]. Germany Springer Pub Co, 2007.
- [10] 王思源. 芒场层控型锡多金属矿床[M]. 北京: 中国地质出版社, 1990.
- [11] 王育民, 朱家鳌, 余琼华. 湖南铅锌矿地质[M]. 北京: 地质出版社, 1988.

Metallogenic Zonation in Lawu Polymetallic Deposit in Tibet

LIU Yan-yong

(Department of Earth Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: The Lawu Cu-Pb-Zn polymetallic deposit in Tibet of China, which is considered with the formation closely related to that of the local granite, is characterized by legible metallogenic zonation. The primarily study show that the metallogenic zonation should be generated by the following process: Crystallization of in-situ magma produces the hydrothermal fluids. Driven by pressure and temperature differences, the fluids move upward and during which, different metallogenic elements in liquids deposit in different temperature span with the sequence of Cu, Zn, Pb and Ag from the bottom upwards.

Key words: Lawu polymetallic deposit; metallogenic zonation; granite genesis

(上接第 65 页)

Estimating Uncertainty in Design Flood for Ungauged Catchments

XU Yue-ping, TONG Yang-bin, LOU Zhang-hua

(Institute of Hydrology and Water Resource, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: Estimating design flood in ungauged catchments is difficult due to data scarcity. Two methods, regional synthetic method and *L*-moment, are used to calculate design rainfall depths, and thus to estimate design flood. Also, three different 24-hour-hyetographs are considered, with front-, mid-, back- located peak rainfall. A small ungauged catchment in Zhejiang Province is used as an example here and results show that the regional synthetic method is more conservative than *L*-moment and contains more uncertainty. Delicate peak change discharge for different hyetographs can be observed while peak times are different, which is believed to affect reservoir routing significantly.

Key words: ungauged catchments; design flood; *L*-moment; hyetograph; uncertainty