

扬子地台西南缘成矿系统与成矿规律¹

刘家铎, 张成江, 阳正熙, 刘显凡, 李佑国, 吴德超

成都理工大学, 成都 (610059)

Email: ljd@cdut.edu.cn

摘要: 本文分析了扬子地台西南缘基底演化、裂谷叠加、峨眉火成岩省以及喜山期构造—岩浆—流体活动等与成矿有关的重大地质事件, 提出了区内主要成矿系统: 元古宇与火山—沉积—变质作用有关的 Fe、Cu 成矿系统; 与峨眉山玄武岩岩浆活动有关的热液成矿系统; 与层状镁铁—超镁铁杂岩体有关的岩浆成矿系统; 与喜山期碱性浅成侵入体有关的成矿系统。

关键词: 成矿系统; 成矿规律; 扬子地台西南缘

中图分类号: P5

1. 引言

扬子地台西南缘包括四川西南部、云南东北部及贵州西部, 大体沿个旧西—大理(金沙江—红河断裂)、丽江—木里—石棉(小金河断裂)、邛来—昭通—六盘水—安顺西(宝兴—宜宾—紫云断裂)和兴义—开远(狮宗—弥勒断裂)为界的菱形区。北西与松潘—甘孜褶皱带接壤, 西南侧以西南三江褶皱带为界, 东南侧与华南褶皱带紧邻(图 1)。该区曾发生多次泛大陆解体、离移、拼接和镶嵌, 同时, 经历了多期多阶段构造—岩浆活动及变质变形作用, 为区内异常丰富的矿产资源的形成提供了有利条件。

2. 与成矿有关的重大地质事件

2.1 基底演化与成矿关系

本区具典型的双层地壳结构, 其基底由晚太古代—早元古代结晶基底和中元古代褶皱基底组成。

晚太古—早元古界康定群为一套古老变质岩系, 其下部为中基性火山岩建造, 中部为中酸性火山碎屑岩, 上部为复理石建造, 垂向上表现出一个巨大的火山—沉积旋回, 与加拿大阿比提比绿岩带层序一致。早元古界(也有人认为属中元古早期)大红山群(河口群)主要为细碧角斑岩建造。中元古代地层在东西部有一定的差异,

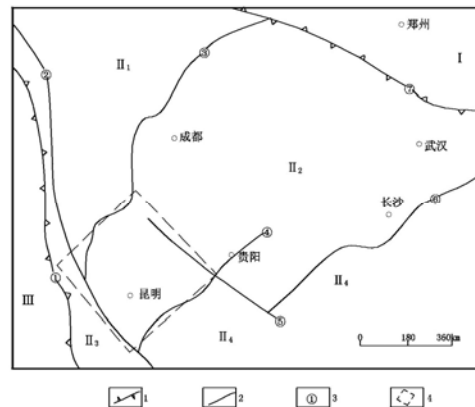


图 1 扬子地台西南缘大地构造位置图

Fig1 Tectonic location in the Southwestern margin of Yangtze Platform

1.一级构造单元界线; 2.二级构造单元界线; 3.断裂带及编号; 4.研究区范围 I. 华北板块; II. 华南板块; II1. 松潘—甘孜褶皱带; II2. 扬子地台; II3. 西南三江褶皱带; II4. 南华活动带; III. 印支板块

¹ 本课题得到基金项目: 教育部博士点基金: 玉龙玄武岩型铜矿床成矿机制研究; 中国地质调查局项目: 扬子地台西南缘成矿规律及找矿方向综合研究; 教育部重点项目: 峨眉山火成岩省成矿效应及找矿方向研究的资助。

西部盐边群存在海底火山喷发形成的蛇绿岩套,中东部昆阳群、会理群为一套巨厚的碳酸盐岩与细碎屑岩(含钠质火山岩)组成的复理石建造。震旦系下部为粗粒碎屑岩和酸性火山岩,上部以细碎屑岩为主,顶部为碳酸盐岩。

前震旦纪岩浆活动表现为:古元古代和中元古代以碱质基性岩浆活动为主,形成一套与 Fe、Cu 矿化关系极为密切的富钠质的火山岩系。随时代变新,岩浆向中性、酸性方向演化,至新元古代以中酸性岩浆活动为主,形成与 W、Sn 矿化有关的花岗岩和流纹岩。且由西向东,岩浆活动有由早到晚,由基性向中酸性演化的趋势。

基底形成阶段产生的康定群、大红山群、河口群、昆阳群、会理群、盐边群等,不仅是本区的原始矿源层,而且是铜、铅、锌、金、银矿床的重要赋矿建造。

前寒武纪基底演化与成矿作用关系研究表明,成矿作用与深部过程、深源岩浆和共生的地幔流体存在必然的成因联系。此外,形成于低温成矿作用的大型和超大型矿床的成矿时代分布具有从老至新矿床数急剧增多的变化趋势,其中绝大部分为中新生代成矿,且新生代又多于中生代成矿^[1]。这暗示深部地质作用发生和发展及不同层位可能出现的矿源层的增多是中新生代,尤其是新生代成矿的重要地球化学背景,而深部过程对成矿的贡献主要是通过地幔流体作用实现的,具有从高温到低温的系列成矿^[2]。同时,与前寒武纪基底层位有关的大型-超大型矿床及其成矿带产出的地质背景具有明显受块体结合边界的同位素地球化学急变带控制,成矿时代从太古代延续至新生代,成矿物质为壳幔相互作用的产物^[3]。为此,本文提出应高度重视后续地质作用,尤其是新生代构造-岩浆-流体的三位一体交代蚀变对前寒武纪基底的叠加成矿改造,在此过程中,地幔流体作用可以远离岩浆活动而沿裂谷或深断裂上升直接交代不同岩石形成矿床^[4]。认识和理解这一成矿特征和过程,有可能更好地理解 and 解释前寒武纪基底中的大规模聚集成矿现象;而且对于深化成矿规律研究、指导找矿具有重要意义。

2.2 裂谷叠加与成矿

本区自晚太古宙以来经过了多次裂谷作用,对成矿起了重要的控制作用。晚太古宙发育的康滇绿岩带可能代表裂谷环境。大红山群(河口群)主要为细碧角斑岩建造,代表优地槽环境。中元古宙可能再现裂谷环境,形成昆阳群(会理群)。古生代再次发育了攀西裂谷,形成著名的峨眉火成岩省。也许正是这种裂谷的叠加作用是导致康滇地区矿化富集的重要因素。裂谷的形成与演化不但对与岩浆作用有关的矿产起了重要的作用,而且对区内热水沉积成矿作用也起了一定的控制作用。主要表现为裂谷演化对热水生成运移的制约;裂谷对成矿物质来源的制约;与裂谷作用有关的同生断裂对矿源层及成矿的制约。到目前为止,前人对这一问题还未引起足够的重视。

2.3 峨眉火成岩省与成矿

峨眉火成岩省系指主要在二叠纪时期大规模喷发的以峨眉山玄武岩为主体的、广布于扬子地台西缘及邻区的巨量的火成岩套^[5]。主要包括峨眉山玄武岩系、海西期镁铁-超镁铁层状侵入体及碱性岩类。

峨眉山火成岩省岩浆的分异演化彻底,与地壳的同化混染程度较高。因此,与其有关的成矿作用复杂,成矿系统多,成矿系列齐全,区域分布规律明显。除形成著名的 V-Ti 磁铁矿床等亲地幔元素的岩浆-热液矿床外,更重要的是引起了强烈的壳幔相互作用,造成大区域尺度的异常高热流场,对地壳成矿流体的形成、循环、演化起了重要的促进作用。

从现有资料分析, 峨眉火成岩省至少存在以下成矿系统成矿系统 (图 2):

(1) 与镁铁—超镁铁岩有关的岩浆—热液成矿系统, 主要形成与层状岩体有关的 V-Ti 磁铁矿和 Cu-Ni- (PGE) 矿床及产于峨眉山玄武岩构造蚀变带中的 Cu、Au、Sb、Pb、Zn 多金属热液矿床。

(2) 与深部古异常热流场有关的中—低温热液改造成矿系统, 形成 Au、Ag、Pb、Zn、Hg、Te、Sb、Se 等热液—热液改造型矿床。后者成矿域遍布扬子地台西南缘及邻区。已往研究主要集中于对岩浆或岩浆热液型矿床的研究, 而对如此巨大的岩浆活动引起的壳幔相互作用, 特别是热流体与成矿关系的研究重视不够。在找矿方向上, 多重视在镁铁—超镁铁岩内部找矿, 往往是“只见星星, 不见月亮”。

(3) 峨眉火成岩省作为巨大的矿源场, 对该区一些沉积型矿床成矿的贡献也不容忽视。如会理、楚雄等中生代盆地中的砂岩型铜矿在空间分布上与蚀源区—峨眉山玄武岩有密切的关系。

(4) 除对岩石圈的作用, 峨眉火成岩省巨大的岩浆活动对大气圈、水圈、生物圈的影响 (如 P-T 交界期生物大灭绝等) 以及由此引起的成矿作用 (直接的或间接的) 也值得重视。如晚二叠世龙潭组、威宁组含煤地层的形成以及与黑色岩系有关的 Mn、PGE 矿化等。

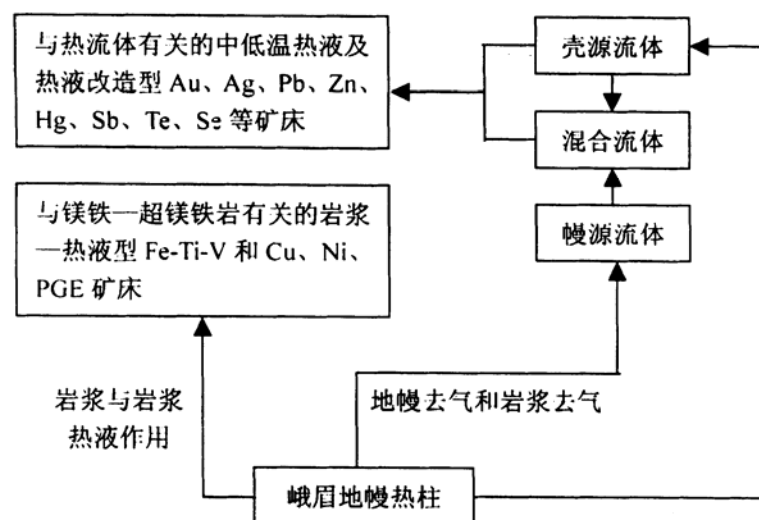


图 2 峨眉火成岩省成矿系统示意图

Fig2 Metallization system in Emei Igneous Province

2.4 喜山期构造—岩浆—流体活动对成矿作用的制约

在燕山晚期至喜山期, 该区经历了强烈的陆内造山作用, 西部边缘尤为强烈。

喜山期的大规模成矿可赋存于不同时代和岩性的地层, 以及不同构造单元中, 形成不同类型和不同矿种的矿床; 同时, 伴随陆内造山作用而引发的大规模韧性—脆性剪切带成矿是本区新生代地质的又一特色, 而且明显表现出“大器晚成”的特征^[6]。这种不同矿种、不同类型矿床在不同地质环境中统一成矿的现象已是不争的事实。然而, 这一现象的成矿机制如何呢? 前人的研究注意到了构造、岩浆和大型韧性剪切作用对成矿的贡献, 笔者的研究从更深层次认识到, 这种不同类型和矿种在复杂地质环境中的统一成矿受制于深部过程, 而深部过程对成矿的贡献, 主要是通过地幔流体交代作用实现的。

伴随陆内造山作用发育的穹隆构造、脆韧性剪切带和与此相关的深源流体作用，成就了本区矿产“大器晚成”的成矿格局。云南境内的东川拖布卡金矿就是近年来发现的产于古老变质基底（昆阳群）中受大型剪切带控制的典型矿床。

扬子地台西南缘陆内造山带中不同层位广泛发育的穹窿状变形变质体是深部过程慢隆和热点穿刺的表现，脆韧性剪切带是与穹窿构造相伴而形成于所在层位时代之后的构造作用，两者可能活动于不同的时代，但它们对此前构造、岩石、矿床的叠加改造主要是通过与此活动伴随的深源流体交代蚀变作用实现的，是穹窿状变形变质体和脆韧性剪切带控矿的重要内在制约机制。然而，在适宜的条件下，最新一次穹窿、剪切和深源流体作用对此前构造、岩石、矿床进行叠加改造，可能是形成大型和超大型矿床的重要地球动力学和地球化学背景。

3. 主要成矿系统

扬子地台西南缘独特的构造-岩浆条件孕育了丰富的内生金属矿产，构成区内基底的康定群、大红山群、河口群、昆阳群、会理群以及盐边群等地层不仅是本区的原始矿源层，而且是赋存铜、铅、锌、金、银矿床的重要层位；本区古生代发育的海相碳酸盐岩地层是形成热液矿床的有利层位；而盖层上部的陆相地层蕴藏有丰富的煤炭资源。从已发现的矿床分析，存在以下主要成矿系统：

（1）元古宇与火山—沉积—变质作用有关的 Fe、Cu 成矿系统。典型矿床包括分布于大红山地区的海相火山岩型铁—铜矿床、东川—易门地区的沉积—变质铜矿床、以及拉拉海相火山岩型铁—铜矿床等。

（2）与峨眉山玄武岩浆活动有关的热液成矿系统。赋矿主岩主要为震旦系—古生界碳酸盐岩。典型矿床包括天宝山、大梁子、茂租、麒麟厂、矿山厂等大型铅锌矿床，乐马厂大型银矿床，晴隆地区锑矿床，鲁甸—威宁地区氧化铜—自然铜矿床，黔西北玄武岩型金矿床等。

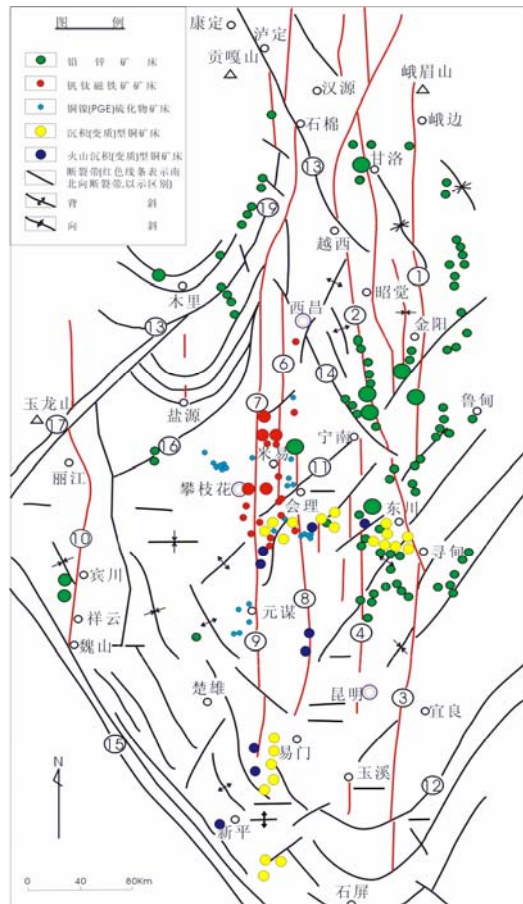


图 3 扬子地台西南缘断裂构造与主要矿产分布图

Fig3 Faults and main mineral distribution in the Southwestern margin of Yangtze Platform

(1)昭觉断裂 (2)越西断裂 (3)小江断裂 (4)昆明-滇池断裂 (5)金阳断裂 (6)安宁河断裂 (7)雅龙江断裂 (8)汤朗-易门断裂 (9)绿汁江断裂 (10)程海断裂 (11)宁南-会理断裂 (12)南盘江断裂 (13)泸定-越西断裂 (14)则木河断裂 (15)红河断裂 (16)箐河断裂 (17)列瓦弧形断裂 (18)小金河断裂 (19)锦屏山断裂

(3) 与层状镁铁—超镁铁杂岩体有关的岩浆成矿系统, 包括钒—钛—铁以及铜—镍—铂族元素两类矿床。

(4) 与喜山期碱性浅成侵入体有关的成矿系统。典型矿床如四川冕宁牦牛坪稀土矿床, 云南祥云马厂箐斑岩铜—钼—金矿床, 四川盐源西范坪斑岩型铜矿床等。

4. 成矿规律

本区的地壳构造和岩浆活动与影响范围遍及全区的攀枝花幔隆和东川幔凹它们有密切的联系, 因此, 攀西地区和东川地区丰富的矿产资源很自然地会与攀枝花幔隆和东川幔凹联系起来。具体表现在隆起区的中轴部位形成岩浆矿床, 而在外侧形成中低温铅锌矿床以及金矿床。

矿床具有沿不同方向的区域构造交切部位成群成带分布的特点 (图 3), 这些矿化富集区域主要受南北向与北东向以及北西向构造的控制, 大多数这类矿化富集区内存在着多种矿床类型, 反映了构造活动的长期性和矿化的多期性。

本区元古宇中的铁—铜矿床具有明显的层控特征，海相火山岩型铁—铜矿床主要赋存在大红山群和河口群中，沉积变质型铜矿床受昆阳群控制。东西向构造，尤其是东西向构造与南北向构造的交接部位为矿化富集部位。

热液型铅锌矿床受岩性和构造的双重控制，震旦纪和古生代的厚层粗晶白云岩、硅质白云质灰岩在构造作用下容易发生脆性破裂、渗透性增强，有利于成矿流体的运移。根据对云南会泽、四川天宝山、大梁子等铅锌矿床的研究，矿质主

要富集在构造扩容部位（图4），容易造成矿体膨大和狭缩以及尖灭再现。此外，矿化还受发育在碳酸盐岩地层顶部的不整合面控制。由于本区铅锌矿化主岩的厚度大而且岩性比较稳定，因而一般矿体的延深都很大。因而，在本区的已知铅锌矿区内应注意深部和边部找矿。

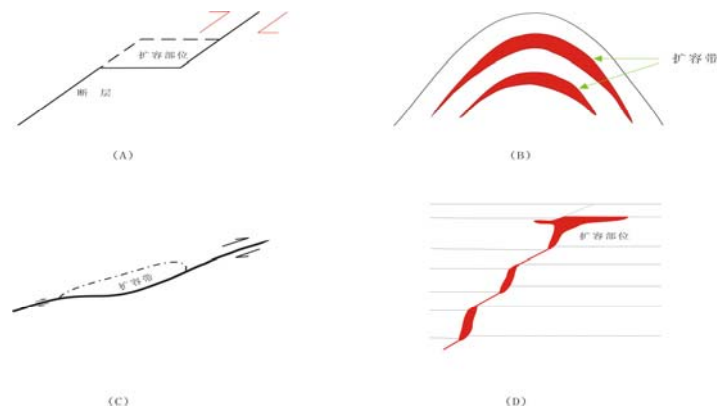


图4 扬子地台西南缘几种常见的富集热液型铅锌矿化的构造扩容部位

Fig3 Tectonic Expansion Locations which Several common Hydrothermal enrichment type Pb-Zn mineralization in the Southwestern margin of Yangtze Platform

分布在黔西南的所谓“红土型”金矿床明显受层位和构造的控制，层位包括峨眉山玄武岩序列底部发育的凝灰岩层（金的丰度非常高而且含水量也很高）和二叠系的茅口组灰岩，然而，矿床的规模则与“大厂层”有关，这是因为“大厂层”含 20-40% 的砾石成分，具有良好的渗透性。构造因素包括舒缓背斜和不整合面。其成矿过程可以描述为：随着地壳的缓慢隆升，凝灰岩层内及其上部层位下渗的低温热液在挤压应力的作用下向背斜核部运移，途中萃取围岩中的金而成为含矿热液，汇聚在背斜核部的含矿热液与围岩发生化学反应导致粘土化围岩蚀变以及金的析出富集；与此同时，在背斜核部，茅口组灰岩顶部出现张裂，释放了金的酸性热液沿着不整合面渗入到这些张性裂隙中，在溶解作用和张力作用下，这些裂隙逐渐扩大并被上部层位粘土化含金物质充填，最终发展成为岩溶特征。

参考文献

- [1]朱炳泉, 常向阳, 王慧芬. 华南-扬子地球化学边界及其对超大型矿床的控制[J]. 中国科学(B 辑).1995, 25(9): 1004-1008.
- [2]刘显凡. 地幔流体交代作用的系列成矿效应[J]. 矿床地质, 2002, 21 (Sup) .
- [3] 朱炳泉, 常向阳, 邱华宁等. 扬子地块西南缘滇中元古宇特征及赋存超大型矿床的可能性.见: 涂光炽等著.中国超大型矿床 (I) .北京: 科学出版社, 2000.
- [4] 谢荣举, 彭省临. 岩石钾质变化及钾交代与成矿关系[J]. 大地构造与成矿学, 1998, 22(3): 274-279.
- [5] 候增谦, 卢红仁, 汪云亮等. 峨眉火成岩省: 结构、成因与特色, 地质论评, 1999, 45, 增刊:885—891.
- [6] 骆耀南等.龙门山-锦屏山陆内造山带[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1998.

Metallization System and Metallization Regularity in the Southwestern margin of Yangtze Platform

Liu Jiaduo, Zhang Chengjiang, Yang Zhengxi, Liu Xianfan, Li Youguo, Wu Dechao

Chengdu University of Technology, Chengdu (610059)

Abstract

Main metallization systems, which are the iron-copper metallization relative volcanic-sedimentary-metamorphic process in Proterozoic era, hydrothermal metallization relative Emeishan basalt magmatism, magma metallization relative layered magnesium iron-ultra-mafic miscellaneous rock, metallization relative alkaline hypabyssal intrusions rock for Himalaya cycle. these metallization are proposed by analyzing significant geological events and relative metallization of basement evolution, rift overprint, Emei Igneous Province and metallization of tectonic-magma-fluid for Himalaya cycle etc.

Keywords: metallization system, metallization regularity, the Southwestern margin of Yangtze Platform