

# 四川西部地质演化、成矿规律与成矿系列\*

## Tectonic evolution, ore-forming regularity and minerogenetic series of mineral deposits in western Sichuan

付小方<sup>1</sup>, 侯立玮<sup>1</sup>, 俞如龙<sup>1</sup>, 王登红<sup>2</sup>, 应立娟<sup>2</sup>

(1 四川省地质调查院, 成都 610081; 2 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 10037)

FU XiaoFang<sup>1</sup>, HOU LiWei<sup>1</sup>, YU RuLong<sup>1</sup>, WANG DengHong<sup>2</sup> and YING LiJuan<sup>2</sup>

(1 Geological Survey of Sichuan Province, Chengdu 610081, Sichuan, China; 2 Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

**摘要** 以板块理论为指导, 提出本区地质演化阶段四分方案, 总结了各阶段相关矿产时空分布特征; 阐明成矿地质条件的复杂性、成矿作用的多样性、矿床类型丰富性、成矿元素特征性和矿床规模趋大性等特点; 在成矿时代上指出三叠纪、侏罗—白垩纪和第三纪为主要成矿期; 在成矿构造环境上, 以岛弧、弧后盆地、重熔花岗岩带、走滑剪切带及其拉分盆地为有利成矿场所, 并根据成矿系列的定义厘定了成矿系列。

**关键词** 地质演化; 成矿作用; 成矿系列

四川西部位于青藏高原东缘, 属特提斯—喜马拉雅构造域东缘的西南三江造山带, 因受印度洋板块、太平洋板块和欧亚板块相互作用影响, 在地质构造上显示复杂性和多样性。独特的演化历史和强烈的构造-岩浆活动造就了十分有利的成矿地质环境, 使之成为重要的有色-稀贵金属成矿区。

## 1 地史演化阶段与成矿作用

四川西部历经早古生代被动大陆边缘, 晚古生代—三叠纪多岛海活动边缘, 中生代中—晚期弧后拼合—增生造山和新生代陆内会聚—转换—走滑造山 4 个演化阶段, 各阶段均形成有相关的矿产资源。自 65 Ma 以来, 由于印度大陆与欧亚大陆碰撞, 随着阿萨姆突角向北东持续推进挤压, 三江地区发生顺时针旋转, 并自南而北依次向东南方向挤出, 形成 3 个滑移块体, 在构造-地貌上明显以红河断裂带和鲜水河断裂带为界, 构成三分之势。

### 1.1 早古生代被动大陆边缘阶段

在早古生代, 三江造山带东邻扬子陆块西缘康滇前陆隆起带, 该区下震旦统代表后造山裂谷作用的火山—沉积组合(开建桥组和苏雄组或澄江组), 中以解体不整合面(澄江不整合面)为界, 其上为上震旦统(灯影组和观音岩组), 以及下古生界陆棚滨—浅海相沉积岩系。这与现代被动大陆边缘的地层剖面结构完全可以对比, 如美国东部大西洋被动大陆边缘和澳大利亚南部被动大陆边缘。在三江造山带, 散布有许多保存有早古生代残存记录的零星微陆块, 如中咱、木里—九龙以及云南石鼓和点苍山等。其地层和古生物特征均属扬子型, 表明它们可能是扬子边缘裂离西移的块体。

### 1.2 晚古生代—三叠纪多岛海活动边缘阶段

\*本文得到地质大调查项目(我国西部重要成矿区带矿产资源潜力评估)和国家科技攻关计划课题(中国西部优势矿产资源潜力评价技术及示范研究)的资助

第一作者简介 付小方, 女, 1958 生, 教授级高级工程师, 长期从事地质矿产调查研究

通过古今对比研究推断,在早古生代末,中国南北陆块已经拼合成统一陆块(许志琴等,1992),进入晚古生代—三叠纪,在其西侧因古特提斯洋向北东俯冲引起弧后扩张,致使三江地区及其邻区演变为多岛海活动边缘。

### 1.3 中生代中—晚期弧后拼合—增生造山阶段

自晚三叠纪开始,三江地区多岛海活动边缘先后发生弧后盆地萎缩、俯冲和闭合。随之引起弧后造山作用,导致分别形成川藏弧—弧碰撞带,依次拼合和增生于所俯冲的主陆(扬子陆块),至侏罗—白垩纪时期结束多岛海构造格局,并奠定了现今各次级单元的构造配置关系(图1)。

### 1.4 新生代陆内会聚—转换—走滑造山阶段

由于新特提斯洋闭合和印度大陆碰撞,欧亚大陆南缘的构造格局出现重大变化。西面印度大陆南近印度洋,显示被动大陆边缘特征;其北为与喜马拉雅陆—陆碰撞造山带及三江造山带。三江地带于两个大陆间起着类似转换构造带的调节作用,使三江地区发生新生代陆内会聚—转换—走滑造山,概括言之,它的成因是“借碰撞之力,行调节之能,成横断之山,显三分之势”。

近年研究认为,大陆动力学过程主要是以“南北向地幔上涌带形成”、“岩石圈多层次薄弱带产生”和“地幔块体反S形弯曲旋滑”三种方式完成。三者的耦合运动,引起了强烈的构造-岩浆-热事件,形成了有利的成矿条件,因此产生了大规模成矿作用,使之成为新生代重要的成矿期。

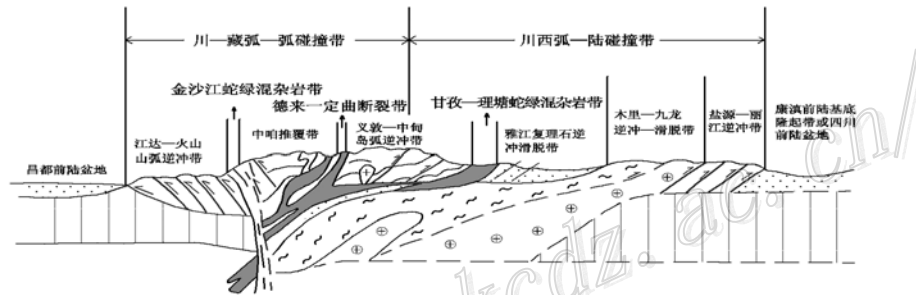


图1 三江中段侏罗—白垩纪弧后造山阶段构造格局示意图(据侯立玮等修改,1994)

## 2 成矿地质特征及分布规律

该区最为优势的矿种是铅、锌、锡、银、金、稀有及水晶等,它们具有规模大、伴生有用组分多、价值高、产出集中、易形成产业化。如呷村、夏塞、砂西、嘎衣穷等超大型-大型矿床,它们不仅富铅锌银,并伴生有可综合利用的铜、金、锡和稀散元素镉、锗、铟、硒、镓、碲等。仅上述四个矿床,铅占四川省铅资源总量的33%,锌占全省资源总量的21.83%,银占全省资源总量的83.27%。近年来在义敦又发现了脚跟玛、热隆等大型锡多金属矿床,显示了很大找矿潜力。

### 2.1 各个地质演化阶段成矿作用具专属性、继承性和叠生性,并各具成因联系

成矿作用从早古生代至新生代都有发生,但晚三叠纪、侏罗纪—白垩纪、第三纪为高峰期。

早古生代被动大陆边缘阶段,在川西地区形成的矿床较少,尚有证据的有:产于台地相碳酸盐岩的纳交系铅锌矿床及下散莫、桑隆西、雍忍西、格冲、鄂金等众多矿点(侯立玮等,1994);产于陆缘海槽火山-沉积环境的李伍铜锌等矿床(侯立玮、傅德明等,1983)。

晚古生代—三叠纪阶段的多岛海活动边缘背景的构造复杂性,造成了该阶段矿床的多样化和成矿的丰富性。在洋壳基底的弧后盆地中,形成火山-沉积型铜矿(羊拉里农)和赋存于肢解蛇绿岩中的铬铁矿(徐麦);在微陆块的沉积盖层中,有沉积改造型铅锌矿(杠日落);在陆壳基底的弧后边缘海盆地中,有碳酸盐岩型铅锌矿(盐源白山)和复理石建造金预富集层(西康群)。此外,扬子陆块西缘,因区域性张裂作用导致基性-超基性岩喷溢和侵入,分别产出有二叠纪玄武岩铜矿(乌坡),以及晚古生代基性-超基性岩中的钒钛磁铁矿(攀枝花、红格)和铜镍铂矿(杨柳坪、大岩子)。

三叠纪晚期，在岛弧地区主要有火山-喷流型银铅锌矿（呷村）、火山热液型铅锌矿（东山脊）和汞-砷-金矿（孔马寺、农都柯），以及斑岩型铜矿（昌达沟和雪鸡坪）。

中生代中—晚期弧后拼合-增生造山阶段，主要有与措莫隆—格聂花岗岩带（190~85Ma）有关的银多金属（夏塞）和锡多金属（措莫隆）矿床；与雅江—九龙花岗岩（104.2~187.05Ma）有关的锂-铍-铌-钽（甲基卡）和钨-锡（赫德）矿床，上述两者成矿差异取决于重熔陆壳组分和结晶分异程度。此外，主要是浅成低温热液金-砷-锑矿，如嘎啦、梭罗沟、金木达、丘洛等金矿床，具典型的砷黄铁矿+毒砂+辉锑矿+（雌）雄黄+辰砂矿物组合和 Au-As-Sb-Hg 成矿元素组合，成矿以燕山期为主，部分延入喜马拉雅期。

新生代陆内会聚—转换—走滑造山阶段，已知主要矿产为：与陆壳重熔中酸性花岗岩侵入有关的银多金属（农戈山），青刀铜多金属和色哈拉钨锡矿（色哈拉）、与浅成中酸性斑岩有关的斑岩型铜矿（西范坪、洪措）、剪切带型金矿（嘎拉、梭罗沟、丘洛等）、砂金矿（孔隆沟）、砂锡矿（俄西柯）、氧化淋积加富型铁金矿（耳泽）、山间盆地沉积铜及褐煤（甲它和昌台）等矿产。沿走滑拉分区分布有热泉型金矿（热坑），显示成矿作用至今仍在进行中（付小方，2003）。

区内铜、金、铅、锌、银等矿床的形成，大多经历过从矿源层（体）→初始富集→活化或叠加改造再富集的过程，如羊拉铜金矿、李伍铜锌矿、耳泽铁金矿。对剪切带型金矿的成矿时代和矿质来源，争议颇多。总的看来，大多具多物源、多成因和多阶段富集成矿的特点。

## 2.2 矿床在一定的构造单元或一定构造部位成群成带产出

（1）与火山-沉积作用有关的矿产：古生代时期，主要在金沙江蛇绿岩带的德钦—巴塘地区和九龙—木里一带形成铜（金）矿和铜（锌）矿；与晚三叠世火山喷流沉积-热液作用有关的银铅锌矿和汞砷金矿，主要集中于义敦—中甸岛弧带的昌台—赠科和乡城 2 个古火山盆地中。

（2）与岩浆侵入作用有关的矿产：在晚古生代—三叠纪多岛海活动边缘阶段，与弧后盆地及弧间张裂带侵位的基性-超基性岩有关的铬、钴、镍等矿产，主要分布于金沙江蛇绿混杂岩带的巴塘—得荣和义敦—中甸岛弧带的白玉地区。在三叠纪晚期，与岛弧中酸性岩岩浆侵入作用有关的铜金、铁矿产主要出露于藏东及义敦岛弧带北段的昌达沟地区。在侏罗纪—白垩纪，与弧-弧碰撞重熔花岗岩浆作用有关的银、锡、铅、锌矿产主要沿雀儿山—措莫隆—格聂构造岩浆岩带分布；与弧-陆碰撞花岗岩伟晶岩作用有关的锂、铍、铌、钽、钨、锡及水晶矿产，主要集中分布在雅江复理石逆冲-滑脱带的雅江、道孚、康定及九龙地区。在新生代，与平移剪切型重熔花岗岩有关的铅锌矿、锡、钨矿，相对集中地分布于鲜水河断裂带东段的折多山地区；与同期花岗斑岩侵入有关的铜金矿，主要集中于木里—九龙逆冲—滑脱带前缘的盐源西范坪和木里普郎地区。

（3）与沉积作用有关的矿产：与古生代台地碳酸盐岩沉积作用或沉积改造（再造）作用有关的铅锌矿，出现于扬子陆块西缘和中甸推覆带的巴塘中甸地区。在新生代，有山间盆地沉积型的砂岩铜矿、褐煤，以及沿金沙江、雅砻江中上游第四纪河床和阶地分布的砂金矿等。

（4）与构造剪切作用有关的矿产：主要形成于新生代，如区内大多数的金矿矿床（点），并沿甘孜—理塘断裂带和鲜水河断裂带成带集中分布。

值得特别指出，在川西的丹巴、康定、道孚、雅江、石棉、九龙、冕宁、木里等地，散布有一些大小不等、呈孤立分散状产出的穹隆状变质地体，经调查研究（侯立玮等，2002），除部份为变质核杂岩、片麻岩穹隆外，主要为构造和花岗岩浆底辟侵位成因，虽其成穹机制、时代及所处构造层次各异，由于成穹过程中局部隆升，致使局部压力降低、温度升高、热流上涌、成矿元素活化和随含矿流体向穹隆体迁移聚集，并于穹隆体顶部和周缘构造破碎带沉淀富集，或对早期形成矿床叠加改造，形成了有工业价值的矿产，如雅江甲基卡伟晶岩型稀有金属矿、石棉大水沟热液脉型铋（铋）多金属矿、九龙里伍层控多源水热型铜多金属矿和木里长枪硫化物-石英脉型金矿等。

### 3 矿床成矿系列的厘定

遵循矿床成矿系列的基本概念,对西南三江中段的矿床成矿系列进行了初步厘定,共包括9个成矿系列、16个成矿亚系列和25个矿床式(如表1)。

表1 川西矿床成矿系列简表

地史阶段	成矿系列	成矿亚系列	矿床式	成矿地质环境
早古生代被动大陆边缘阶段	与沉积作用有关的 Pb-Zn 成矿系列		纳交式	被动大陆边缘盆地碳酸盐台地
	与火山-沉积作用有关的 Cu-Zn 成矿系列		李伍式	被动大陆边缘盆地裂陷槽
晚古生代-三叠纪多岛海活动大陆边缘阶段	与沉积作用有关的 Pb-Zn-Fe-Mn 成矿系列		杠日落式	活动大陆边缘陆棚
	与岩浆作用有关的 Cu-Pb-Zn-Ag-Au-Fe-Cr-Co-Ni 成矿系列		徐麦式	金沙江蛇绿混杂岩带和义敦岛
	与基性-超基性岩有关的 Cr-Co-Ni-Cu-Fe 成矿亚系列		叶青式	弧带
	与海槽火山-沉积作用有关的 Cu-Au 成矿亚系列		里农式	金沙江裂陷槽
	与中酸性岩侵入作用有关的 Cu-(Fe)-Au 成矿亚系列		路农式	金沙江蛇绿岩带
	与中酸性岩浅成侵入作用有关 Cu-Au (Mo) 成矿亚系列		昌达沟式	义敦-中甸岛弧带
	与岛弧火山喷流-沉积作用有关的 Cu-Pb-Zn-Ag 成矿亚系列		呷村式	义敦-中甸岛弧带
	与岛弧火山热液作用有关的 pb-Zn, Au-Hg (-As) 成矿亚系列		东山脊式	
			孔马寺式	
	中生代中-晚期弧后拼合-增生造山阶段			
与中酸性岩浆侵入有关的 Pb-Zn-Ag- Cu-Li-Be-Nb-Ta-W-Sn-Te-Bi 水晶成矿系列			夏塞式	义敦-中甸岛弧逆冲带
	与花岗岩浆侵入作用有关的 Pb-Zn -Ag-Sn-Cu 成矿亚系列		措莫隆式	
与花岗岩浆侵入作用有关的 Li-Be-Nb-Ta-W-Sn-水晶成矿亚系列			甲基卡式	雅江复理石逆冲-滑脱带
			哈诺山式	
			赫德式	
与花岗岩期后热液作用有关的 Te-Bi 多金属成矿亚系列			大水沟式	锦屏山断裂带
与构造流体作用有关的 Cu-Fe-Au 成矿系列				
与构造流体作用有关的 Cu-多金属成矿亚系列			银铜子式	九龙-木里逆冲-滑脱带
与构造流体作用有关的 -Fe-Au 成矿亚系列			耳泽式	
新生代陆内会聚-转换-走滑造山阶段				
与中酸性岩浆作用有关的 Cu-Pb-Zn-Au -Ag 成矿系列				
	与中酸性浅成侵入作用有关的 Cu-Au 成矿亚系列		西范坪式	盐源-丽江逆冲带
与花岗岩浆期后热液作用有关 Ag-Pb-Zn-W-Sn 成矿亚系列			农戈山式	鲜水河走滑剪切带
			色哈拉式	
与剪切作用有关的 Au-As-Sb-Hg 成矿系列				
与蛇绿岩带中剪切作用有关的 Au-(As-Sb) 成矿亚系列			嘎拉式	甘孜-理塘剪切带
与碎屑岩中剪切作用有关的 Au-(As-Sb) 成矿亚系列			丘洛式	鲜水河剪切带
与沉积作用有关的成矿系列				
与沉积作用有关的 Ag-Cu 成矿亚系列			甲它式	山间盆地
与冲积作用有关的砂金锡成矿亚系列			俄西柯式	金沙江-雅鲁江流域
			孔隆沟式	

### 参 考 文 献

- 付小方, 应汉龙. 2003. 甘孜—理塘断裂带北段新生代构造特征及金矿成矿作用. 中国地质, 30(4): 413~418
- 侯立玮, 戴丙春等. 1994. 四川西部义敦岛弧碰撞造山带与主要成矿系列. 北京: 地质出版社.
- 侯立玮, 付小方等. 2002. 松潘—甘孜造山带东缘穹隆状变质地质体. 成都: 四川大学出版社.
- 侯立玮, 傅德明等. 1983. 藏东川西地区岩浆活动的主要特征及其与板块构造、内生矿产的关系. “三江”专著编辑委员会. 青藏高原地质文集 13. 北京: 地质出版社. 69~105
- 骆耀南, 俞如龙. 2002. 西南三江地区造山演化过程及成矿时空分布. 地球学报, 23(5): 417~422
- 许志琴, 侯立玮, 王忠秀, 等. 1992. 中国松潘—甘孜造山带的造山过程. 北京: 地质出版社.
- 张云湘, 骆耀南, 等. 1986. 攀西裂谷. 北京: 地质出版社.