第27卷第2期 地球科学与环境学报 Vol. 27 No. 2
2005年6月 Journal of Earth Sciences and Environment Jun. 2005

兰坪陆相盆地演化与金属矿床的形成

付修根
(成都理工大学 地球科学学院,四川 成都 610059)

[摘要] 通过对兰坪陆相盆地地质资料的综合分析,可将兰坪陆相盆地的演化分为碰撞后裂谷盆地演化阶段、坳陷盆地演化阶段、前陆盆地演化阶段和走滑拉分盆地演化4个阶段。同时对这些演化阶段对应的金属矿床进行了研究,结果发现,兰坪盆地内几乎每一个重要的演化阶段都形成了不同程度的矿化作用,并以此为基础形成了喜山期大规模成矿作用。

[关键词] 陆相盆地;盆地流体;盆地演化;金属矿床;兰坪;云南
[中图分类号] P618.2 [文献标识码] A [文章编号] 1672-6561(2005)02-0026-07

[作者简介] 付修根(1976-),男,四川简阳人,硕士研究生,从事盆地流体与金属矿床研究。

沉积盆地对于能源矿产(如石油、天然气)的重要性是不言而喻的,而沉积盆地与金属矿产的关系研究相对较少,其研究程度明显落后于前者。20世纪90年代盆地流体热的兴起,使人们认识到,对于那些长期处于构造变动的地区,盆地流体性质的多样性、盆地流体流动方向的多变性、盆地两侧造山带流体运移的多期性、盆地性质的多变性、沉积物的快速堆积以及盆山的耦合作用[1,2],最终必将导致成矿类型的多样性、复杂性和规律性。兰坪盆地就是具有如此性质的沉积盆地。

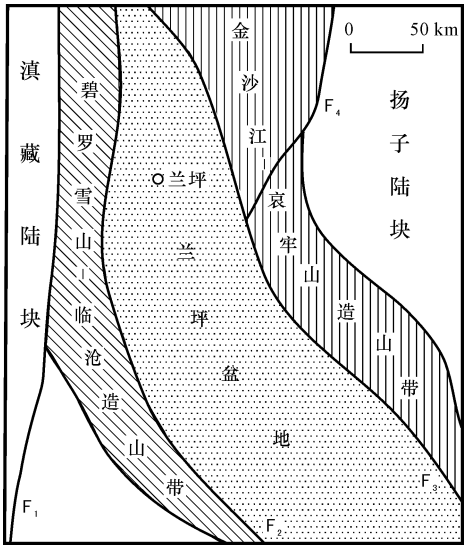
笔者研究了兰坪陆相盆地各个演化阶段对应的盆地流体以及与之对应的金属矿床,以此来探讨盆地演化、流体演化和金属矿床之间的关系。

1 区域构造特征

兰坪盆地是夹持于金沙江-哀牢山造山带和碧罗雪山-临沧造山带之间的一个中、新生代陆相盆地,是三江褶皱带的一部分[3]。盆地东以维西-乔后断裂为界,与金沙江-哀牢山造山带相接。西侧以澜沧江西断裂为界,与碧罗雪山-临沧造山带相接(图1)。

金沙江-哀牢山造山带为兰坪盆地东侧的边界断裂带,该断裂带是一条北西向巨型复杂构造带。该带北段造山带两侧沉积有着明显差异:东侧为震旦-寒武系的碎屑岩夹火山岩建造以及奥陶系-下二叠统的碳酸盐岩建造;西侧早古生代以后沉积了一套复理石夹基性火山岩建造,早二叠世以基性火山岩、细碧角斑岩、放射状硅质岩夹碳酸岩为特征[4,5]。

兰坪西侧的碧罗雪山-临沧造山带,由藏东经德钦至云县,向南经昌宁—孟连一带延出国境[6]。



F_1 - 怒江断裂;F_2 - 澜沧江断裂;F_3 - 金沙江-哀牢山断裂;F_4 - 中甸-剑川断裂;据陶晓风等,2002

图1 兰坪盆地构造略图

Fig. 1 Tectonic sdetch map of Lanping Basin

[收稿日期] 2004-04-10
[基金项目] 国家自然科学基金项目(49973030)

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

造山带内以元古界崇山群及中三叠世以前地层组成,并伴有大量花岗岩体出露。该断裂后期构造十分强烈[3]。

兰坪盆地中部,兰坪-思茅断裂呈近南北向舒缓弧形分布,断裂面在兰坪一带西倾,在思茅一带东倾[7,8]。由于中新生界受到挤压破碎,沿断裂带形成一条呈线状分布的红层变质带,并有喜马拉雅期小型侵入体和第四纪玄武岩分布[4]。

2　兰坪盆地的演化

对兰坪-思茅中、新生代盆地的性质,前人作过不少研究。罗建宁[9]认为,该盆地在晚三叠世时为金沙江结合带的后陆盆地。刘肇昌[10]认为,该盆地在中、新生代属碰撞后裂陷盆地。许效松[11]认为,兰坪盆地中生代为弧后盆地。牟传龙[12]认为,兰坪盆地早二叠世—晚二叠世时期为弧后盆地,中三叠世为弧后前陆盆地,晚白垩世—早第三系为走滑拉分盆地。陶晓风[13]认为,兰坪盆地的形成和发展经历了洋盆、洋陆转换、碰撞后盆地、盆山转换等过程。笔者对兰坪盆地的区域构造背景及沉积背景进行了研究,认为兰坪陆相盆地经历了 4 个大的演化阶段。

2.1　碰撞后裂谷盆地演化阶段

晚古生代末—中生代初,除怒江外,滇西各陆块均联合为一体,构成三江联合地体,云南统一的大陆基本形成[14]。从此,滇西兰坪盆地进入了陆相盆地演化阶段。

兰坪盆地从中三叠世晚期开始到早侏罗世末为主动陆内裂谷盆地演化阶段,其主要特征表现在几个方面:

(1)兰坪盆地晚三叠世早期催依比组火山岩为细碧岩-石英角砾岩系列,具有基性向酸性演化或呈"双峰式"特征,反映了印支主幕碰撞后的拉伸事件[13]。

(2)从地层格架分析,中三叠世晚期到早侏罗世末的沉积作用明显受澜沧江深断裂及金沙江-哀牢山深断裂的控制,沉积地层呈南北向线状分布,并且在盆地边缘发育有厚度巨大的火山岩建造,盆地显示出大陆裂谷的特点[15]。

(3)兰坪盆地裂谷发育初期的沉积记录以上三叠统歪古村组为代表。前人[16]对歪古村组砂岩碎屑成分、化学成分以及微量元素的分析结果均表明,该时期的兰坪盆地具有大陆裂谷的特点。

(4)裂谷发育中期以上三叠统三合洞组为代表,该组发育同生角砾灰岩及纹层状硅质岩,硅质岩的地球化学特征反映了热水环境沉积的产物[3]。

(5)晚三叠世诺利期末,兰坪盆地开始进入碰撞后裂谷的消亡期,该期以上三叠统麦初箐组为代表,沉积了海陆交互相含煤碎屑沉积。从麦初箐组横向变化可以看出,晚三叠世晚期兰坪盆地早期的沉积中心在河西一带,其后沉积中心向南迁移[3]。早侏罗世的兰坪盆地已无海相沉积,发育了漾江组杂色陆相泥质沉积。

从全球来看,晚三叠世的拉张似乎具有全球规模。在欧洲晚三叠世的双峰式火山岩被侏罗纪洋盆所替代,开始了新特提斯阶段的演化[13]。中国滇西地区中晚三叠世的拉张仅限于裂谷水平,是发育在增生碰撞造山带内的亲陆地体基础上,属碰撞后裂谷[6]。

2.2　坳陷盆地演化阶段

从中侏罗世开始,兰坪盆地进入坳陷盆地的演化阶段。一般说来,坳陷盆地的发育不受边缘断裂的控制,因此不发育粗碎屑的边缘相沉积,但兰坪盆地是发育在裂谷盆地之上的,盆地的沉积范围仍然受盆地东西两侧早期造山带的控制。

中侏罗世到晚侏罗世的兰坪坳陷盆地具有如下特征:

(1)总体上表现为盆地内沉积地层的岩性、岩相变化不大,断裂、火山活动不明显[15]。

(2)坳陷盆地早期,在西部澜沧江构造带的东缘断陷沉降最深,并向盆地东部超覆,形成西深东浅的构造格局[13],在垂相上的充填呈向上变细的特征。

(3)中侏罗世晚期,花开左组二段的沉积为西部厚度较大,海相沉积为主,以海相沉积的大面积由西向东超覆为特征,代表了坳陷盆地发育的顶峰阶段。

(4)晚侏罗世坝注路组的沉积存在着东西向相变,沉积相由东西两侧向盆地中部逐渐萎缩,盆地内部未再发育海相沉积,以陆相红层沉积为主。

以上特征可以看出,坳陷盆地演化阶段的兰坪盆地与向上变粗的前陆盆地以及发育粗碎屑边缘相的断陷盆地存在着明显的差异,是发育在裂谷盆地基础上的坳陷盆地。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2.3 前陆盆地演化阶段

前陆盆地是与大陆碰撞带密切相连的高度不对称盆地。1976 年,Dickingson 按成因将前陆盆地分为周缘前陆盆地和弧后前陆盆地。白垩纪的兰坪盆地属于周缘前陆盆地。其特征如下:

(1)兰坪盆地白垩纪的沉积在垂向上呈向上变粗的特征。下部以景星组砂岩和泥岩为主,向上变为南新组的粗粒砂岩,再向上为虎头寺组的中细粒及粗粒含长石石英砂岩。

(2)兰坪盆地白垩纪地层与侏罗纪地层间为整合或平行不整合接触,平行不整合面多为两者之间的古风化面[13],表明兰坪地区在侏罗纪末未发生过构造运动。

(3)物源分析表明,白垩纪兰坪盆地的沉积物物源主要源于变质岩区[3],以造山带物源为主。

(4)早白垩世早期,盆地沉积范围最大,沉积呈现出对侏罗系的超覆特征;早白垩世晚期,盆地沉积范围开始向东萎缩;到中白垩世,盆地萎缩变小,主要发育以虎头寺组为代表的河流相及风成碎屑岩沉积;晚白垩世的兰坪盆地更接近造山带。

2.4 走滑拉分盆地演化阶段

新生代以来,由于印度板块对欧亚大陆的持续俯冲挤压,导致区内北北西向断裂发生走滑拉张[12],同时,在挤压过程中形成一系列小盆地,这些小盆地多为棱形,具有走滑拉分盆地的特征[13]。表现如下:

(1)沉积中心的侧向迁移。中新世盆地发育于最北端的维西,向南东相继出现上新世盆地,最南东端是洱源炼铁街盆地。

(2)物源区和与之对应的沉积物被错开。对兰坪云龙盆地砾石成分的研究表明,在盆地南部,盆地的物源主要来源于沉积岩区,中部物源主要来自沉积岩和变质岩混生区,北部物源主要来自三叠系三合洞组[3]。

(3)沉积相变快。以兰坪云龙盆地为代表,从东向西,沉积相空间展布为:冲积扇-扇三角洲 - 湖泊相沉积-湖三角洲沉积,尽管盆地规模小,但各相带间相变很快速。

(4)粗碎屑的角砾岩和冲积扇集中沿盆缘断裂分布,远离盆缘断裂方向急剧减少[3]。

(5)具高沉积速率的巨厚沉积层序侧向延伸受限,受控于盆地边缘的主断裂和造山带[17]。

(6)盆地内部发育走滑断层。东部的红河断裂带从 20 Ma 开始发生右旋正断走滑[5],西部的碧罗雪山-临沧造山带在冲断推覆的后期发生了近南北向的走滑[6]。

综上所述,新生代以来的兰坪盆地和次级坳陷的边界断裂具有明显地同生走滑特征,使盆地具有断陷拉张和走滑的双重性[15],故称其为走滑拉分盆地。

3 盆地演化与金属矿床的关系

兰坪陆相盆地的演化与金属矿床的形成具有极为紧密的联系,盆地的每一个演化阶段均有对应的金属矿床(矿体或矿化)形成。

3.1 碰撞后裂谷盆地演化与成矿

3.1.1 碰撞后裂谷演化阶段的盆地流体

晚三叠世兰坪盆地岩浆活动较为平凡,为热水沉积的产生提供了充足的热源[18]。盆地开始拉张形成碰撞后裂谷,碰撞后裂谷的演化与发展,导致盆地内发育一系列同生断裂。同生断裂的形成为成矿流体的运移创造了通道条件,富含有机质的成矿热液沿断裂向上运移[19],形成沿断裂带分布的热水沉积-热液改造型银铜多金属矿床或矿体。这类矿床(矿体)的形成既与晚三叠世活跃的热水活动有关,又与喜山期强烈的构造活动有关,以后者为主,早期的矿化富集是后期热液改造的基础。

该时期的成矿流体运移方式以沿断裂垂向运移为主,富含 Cl^-,F^- 以及 Pb,Zn,Sb 等矿物质[19]。矿体主要形成于热液改造期,盆地流体沿华昌山断裂及由该断裂形成的容矿空间活动,形成各种类型的矿化体及脉石矿物。

3.1.2 碰撞后裂谷演化阶段的矿床

中三叠世晚期至早侏罗世晚期的碰撞后裂谷演化阶段是兰坪盆地重要的成矿期,该时期形成的矿床明显受三合洞组控制。含矿岩系由 4 部分组成,下部为厚层块状灰岩、白云质灰岩、白云质岩,中部为角砾状灰岩-角砾状白云岩,上部为各类含矿的硅岩、白云质灰岩,顶部为黑色碳泥质页岩-板岩。

该类矿床产出在今华昌山一带,包括黑山-灰山银铅锌多金属矿床、燕子洞铜银多金属矿床、下区五银多金属矿床等矿床的原生沉积矿体(化),这些矿床既保留有原生热水沉积成矿的矿石组构,如条带状构造、原生角砾状构造、霉菌状构造等,又见

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

有后期热液改造过程形成的矿石组构,如充填交代结构、交代残余结构、细脉-网脉状构造等。而这些矿床的含矿岩层为三叠系三合洞组灰岩,其原生热水沉积矿体形成于晚三叠世,是碰撞后裂谷盆地的产物。

灰山银铅锌多金属矿床为典型的热水沉积-热液改造矿床,该矿床矿体主要产于上三叠统三合洞组三段硅质岩及二段砾状灰岩、白云质灰岩中,顶板围岩为挖鲁八组黑色页岩,底板围岩为三合洞组一段块状灰岩[19]。矿石矿物组构在沉积期和改造期有所差异,沉积期组构较为复杂,以条带状、角砾状、浸染状为主,改造期组构较为简单,以网脉-细脉状构造为主,并伴随有结晶作用、交代作用等,与之对应的矿石矿物在沉积期以黄铁矿、方铅矿、闪锌矿为主,改造期以黝铜矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿为主。灰山背斜是灰山银铅锌多金属矿床的主要控矿构造,该背斜核部地层为上三叠统三合洞组灰岩、白云质灰岩、硅质岩等,两翼地层为上三叠统挖鲁八组黑色页岩,东翼产状陡,西翼产状平缓,灰山银铅锌多金属矿床即产于背斜转折端。灰山银铅锌多金属矿床的形成与晚三叠世活跃的热水活动有关。含矿热液沿华昌山断裂向上运移,由于顶板围岩为孔隙度、渗透率均较小的泥质页岩-板岩,对含矿热液具有封堵作用,使得受封堵的成矿流体沿着孔隙度、渗透率更大次级构造(或其他容矿空间)运移,因而形成了矿体主要沿白云质岩和硅岩与黑色泥质页岩-板岩的层序界面的交界处分布的特征。喜山期强烈的构造活动对该矿床具有改造作用[19]。

3.2　坳陷盆地演化与成矿

3.2.1　坳陷盆地演化阶段的盆地流体

兰坪盆地早期以沉积超覆为特征,导致了该期兰坪盆地的盆地流体以封存建造水为主,成矿流体富含 CO_2 和 CH_4,金属成矿元素主要为 Cu, Fe 等[20]。该期成矿流体明显分为 2 个成矿阶段,其温度分别为 140 ℃～280 ℃,94 ℃～204 ℃,流体性质大致属 $Na^+-Ca^{2+}-Cl^-\ SO_4^{2-}$ 型热卤水[21]。该期流体主要沿同生断裂活动,流体运移方式以垂直运移为主,表现为成矿物质既有陆相来源又有下部地壳来源[20]。由于中侏罗统的碳质泥岩具有孔隙度、渗透率均较小的特征,且厚度较大,可以作为良好的盖层,使得该期流体易于封存。但由于该区受强烈的后期构造影响,使得封存流体外逸,油气逸失,表现在该期形成的硫化物沉积在盖层之下,保留有大量的沥青质分布于矿床和岩石中。

3.2.2　坳陷盆地演化阶段的矿床

坳陷盆地演化阶段的矿床以铜多金属矿床为主。中侏罗统花开左组中形成了典型的沉积型铜矿化,以澜沧江沿岸分布的金满、大土基、连城等铜矿床(点)的原生沉积矿体(化)最为典型。此类矿床(体)均位于长期活动的深大断裂中,具有典型的沉积组构以及生物结构,发育层纹状、条带状、浸染状构造等[22],矿床具有明显的穿层性,但矿化多位于中侏罗统花开左组(J_2h^{1-2})的杂色层中。铜矿石中见有大量沥青。

前人对金满矿床的研究较多,其形成时代问题至今存在着争议。李峰等[23]研究认为,铅同位素模式年龄多集中在 18～70 Ma,以正常铅为主,代表矿床的成矿年龄。李雷[24]据 20 件矿石铅的分析结果表明,其模式年龄有两组,一组为 115～343 Ma,一组为 18～69 Ma。李小明[25]研究认为,燕山晚期为金满矿床的初始成矿期,喜山期是主要成矿时期。刘家军等[26]最新研究成果认为,金满铜矿床形成于喜马拉雅早期(58.05 ±0.54) Ma。笔者研究发现,金满铜矿床是多期成矿的产物,至少经历了沉积成矿期(相当于李雷所测铅模式年龄 115～343 Ma[24])、热液改造期(相当于李雷所测铅模式年龄 18～69 Ma[24])和风化成矿期。沉积成矿期以形成独特的条带状、层纹状矿石为特征,发育有原生沉积成因的矿石组构,如硫化物霉菌状结构、它形粒状结构,该期形成的矿体(化)多为层状或似层状,金满矿区以钙质砂岩与钙质页岩的层间矿化最为强烈,二者间常见到顺层分布的黄铜矿、斑铜矿矿化,该期矿体(化)是坳陷盆地演化阶段的产物。热液改造期是金满铜矿床的主要成矿期,此期形成浸染状、角砾状、细脉-网脉状矿石,发育有各种改造成因的组构,如交代结构、充填结构,该期形成于拉分盆地演化阶段。风化成矿期主要形成地表氧化矿,如孔雀石、蓝铜矿、褐铁矿等。金满铜矿床产于中侏罗统花开佐组上段碳质泥岩和砂岩中,矿体多呈脉状、透镜状充填于破碎带及其节理和裂纹中[21]。复背斜褶皱带控制了矿化带的展布,矿体主要产于恩棋-小格拉复式背斜带、金满-连城复式背斜带和鸿尤大麦地复式背斜带中。围岩蚀变主要有硅化、碳酸盐化、重晶石化、黄铁矿化和干沥青化,其次有绿帘石化、绿泥石化和绢云母化等,干沥

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

青化主要表现为干沥青呈黑褐色不规则粒状、条带状和薄膜状产于含矿石英-方解石脉裂隙之中,并常与碳泥质条带共生。

3.3 前陆盆地演化与成矿

3.3.1 前陆盆地阶段的盆地流体

前陆盆地演化阶段,造山带自北东向南西推覆,盆地内流体压力和垂直压力之间保持平衡或稍大,流体在主应力作用下发生侧向迁移。该时期盆地流体具有较高的盐度,富含有机质和成矿元素,以建造水的形式保存于地层中。沉积岩性主要为浅灰色、紫红色砂岩,具有颗粒粗大、孔隙度较好的特点[27],为有利的储层空间,且该时期形成的沉积旋回表现为下粗上细的正向半旋回[5],有利于层内建造水的封存,为喜山期的成矿准备了大量的物质储备。

3.3.2 前陆盆地阶段的矿床

前陆盆地阶段兰坪盆地中堆积了巨厚的红色建造和含盐系地层,同时使地层中含有比同类沉积岩高出数倍的成矿元素[28],为喜山期成矿奠定一部分物质基础。该时期形成的矿床具有较小的工业意义,这些矿体多为透镜状、结核状,铜、铁的硫化物呈浸染状充填于含砾砂岩、中粗粒长石岩屑砂岩的粒间,并见其交代脉石矿物。矿化一般形成于中粗粒砂岩与细粒砂岩及碳泥质岩的过渡带。景星组的矿化常发生在下段的浅色砂(砾)岩夹紫红色泥岩中;而虎头寺组的矿化则主要发生在中下段的中粗粒、中细粒岩屑石英砂岩中。该时期仅仅在部分地区形成沉积的砂岩型铜矿床,如白洋厂原生沉积矿床(体)。

白洋厂银铜多金属矿床的铅同位素测年表明,矿石铅主要为放射成因的正常铅,除个别样品的模式年龄 > 200 Ma 外,其余样品的铅模式年龄主要分为两组,即 165～110 Ma 和 92～18 Ma[6],前者可能代表了沉积成矿期的年龄,相当于中侏罗世到早侏罗世含矿岩系的沉积时间,即兰坪前陆盆地演化阶段;后者可能代表了热液改造期的年龄,相当于喜马拉雅构造-热事件的时间。值得指出的是,白洋厂矿床矿石铅主要出现在较老模式年龄中,表明该矿床以原生沉积为主,后期改造较弱。该矿床由白洋厂和老后山等 12 个矿段(点)组成,分布面积达 50 km^2,分为东西 2 个矿带[20]。西矿带主岩为下白垩统的景星组中粒岩屑砂岩和含砾砂岩、含碳质岩屑砂岩;东矿带含矿主岩为上白垩统虎头寺组砂岩。矿带中硫化物碎屑结构、胶状结构及浸染状、脉状、层纹状、条带状构造较为常见。主要的围岩蚀变有硅化、碳酸岩化和重晶石化。该矿床成矿作用可分为沉积成矿、热液改造成矿和表生成矿作用阶段。兰坪盆地白垩系地层含有较高的铜、铅、锌、银等成矿元素[28],为矿床的同生沉积提供了丰富的物质来源,形成了初具规模的原生沉积矿床。成岩后的构造运动,特别是喜山期构造-热事件导致了地下热卤水的上侵,对该矿床具有改造作用。表生作用下,一部分物质被淋滤,形成了银的富集[28]。

3.4 走滑拉分盆地演化与成矿

3.4.1 走滑拉分盆地演化阶段的流体

古新世是兰坪盆地大规模的成矿期。由于受地壳深部构造活动以及盆地两侧造山带的影响[3],深部活性成矿物质加入到盆地流体中[29],同时盆地受深部拆沉构造的影响[18],致使盆地发生规模性和普遍性的张性走滑拉分作用[13],由此诱使深部流体进入红层砂岩中,和红层砂岩中的浅部建造流体发生喜山成矿期的初次混合[29]。

古新世后,深部流体和浅部红层中的盆地流体进一步混合[30],为矿床的形成提供了大量的成矿物质,并形成了控矿构造圈闭[29]。成矿流体沿走滑拉分方向的运移并发生带状分异现象,Pb,Zn 等成矿元素由于硫化物具有较低的溶解度,优先就位于盆地中部的穹隆构造中,形成著名的金顶铅锌矿床[31]。而富含 Cu,Ag 等成矿元素的成矿流体在走滑拉分力的驱动下继续向盆地边缘运移[32]。该阶段的流体性质为 $Na^+ - Ca^{2+} - Cl^- \ SO_4^{2-}$ 型热卤水,成矿温度为 150 ℃～260 ℃,中低盐度,具有较高的密度[33]。

3.4.2 走滑拉分盆地阶段的矿床

古新世开始,兰坪盆地演化及其成矿作用进入一个全新的时期。该期成矿规模宏大,成矿元素复杂,表现出明显地多来源特征[19]。盆地中富含膏盐层,当富含有机质的流体沿深大断裂下渗、增温时,形成热卤水循环系统,在有利地构造-岩相带中生成铅、锌、铜、银矿床。该期内形成的矿床以铅锌矿为主,而与之伴生的银、镉、铊、硫铁矿、天青石和石膏均达到大型矿床规模。

金顶铅锌矿床就形成于 25～60 Ma[32],其矿床矿化面积为 8 km^2 左右,矿床位于三江褶皱系兰坪-思茅盆地北端[34]。受古新世地壳深部构造活动的影响,在金顶地区形成了较好地导矿构造(如 江断裂),而古新世后形成的圈闭构造则为金顶铅锌

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

矿床的形成提供了有利条件。古新世开始的区域性滑覆事件使得孔隙度、渗透率均较小的中侏罗统、三叠系地层直接覆盖于第三系地层之上。这些地质特征的形成使得金顶铅锌矿床具有类似于油气储盖组合的特征。含矿热液沿着　江断裂向上运移,当遇到盖层封堵时,成矿流体迅速向大断裂两侧的次级构造裂隙带扩散,如位于推覆体与原生地层间的 F_2 断裂,而此期的 F_2 断裂为穹形,成矿流体开始沿着穹隆形构造聚集。随着成矿流体的不断运移,成矿流体与围岩间的压力差不断增大,当达到一定程度时,成矿流体开始向孔隙度、渗透率稍小的砂岩、角砾岩(储集层)中运移并聚集。由于储集层中本身含有孔隙水及大气降水[29],成矿流体在储集层中与储集水发生混合作用,因物理化学条件的剧变而发生矿物质沉淀,进而形成矿床。而同期云贵高原的抬升剥蚀也为矿床的形成提供了有利条件[18]。

4　结论

兰坪陆相盆地演化与金属矿床的形成有着极为紧密的联系,几乎每个重要的盆地演化阶段都形成不同程度的矿化作用(表 1)。碰撞后裂谷阶段为兰坪盆地重要的成矿期。该期形成的矿床主要为热水沉积-热液改造型铜银多金属矿床(热水沉积矿床为该期的产物,热液改造矿床为喜山期产物)。坳陷盆地演化阶段是兰坪盆地铜矿床形成的重要时期,以金满原生沉积矿体(化)为代表。前陆盆地演化阶段形成的金属矿床工业意义较小,主要为喜山期成矿储备大量的成矿物质。走滑拉分演化阶段为兰坪盆地重要的成矿期,该期以金顶铅锌矿床为代表。前3个演化阶段形成的原生沉积矿床(矿体或矿化)均受到喜山期构造-热事件的改造作用,而这些矿床(矿体或矿化)的存在为喜山期的大规模成矿作用提供了丰富的物质基础。

表 1　兰坪陆相盆地演化与金属矿床的关系

Table 1　Relations between the evolution of Lanping Basin and the metal deposit

年代	盆地演化	流体性质	典型矿床(体)
至今	走滑拉伸盆地	$Na^+-Ca^{2+}-Cl^--SO_4^{2-}$ 型热卤水	金顶铅锌矿床
第三系	前陆盆地	富含有机质的封存建造水	白洋厂原生沉积矿体(化)
早白垩世早期	坳陷盆地	$Na^+-Ca^{2+}-Cl^--SO_4^{2-}$ 型热卤水	金满、大土基原生沉积矿体(化)
中侏罗统			
晚三叠世	碰撞后裂谷盆地	富含 Cl^-, F^-, Pb^{2+}, Zn^{2+}	黑山-灰山原生沉积矿体(化)

兰坪陆相盆地的这种盆地演化与金属矿床的关系是与区域成矿(成藏)作用相一致的。骆耀南[32]研究表明,西南三江地区存在 3 期主要的成矿阶段,即晚古生代成矿阶段、中生代中-晚期成矿阶段和新生代成矿阶段。陈能贵[35]研究表明,中国南方晚古生代以来存在着 3 个主要成藏期,即石炭纪—三叠纪成藏期、侏罗纪—早第三纪成藏期以及晚第三纪成藏期。这 3 期成矿阶段与中国南方主要成藏期具有吻合性,一方面,不同层位的烃源岩在这 3 个时期分别达到成熟或高成熟,进入生油高峰期;另一方面,富含有机质的盆地流体活化迁移地层中的成矿元素,形成成矿流体,二者是同时进行的,即油气形成、运移的同时活化、迁移地层中的成矿元素。每个成油期之后强烈的大地构造运动(印支运动、燕山运动以及喜马拉雅运动)形成的断裂为成矿或成藏流体的运移提供了有利地运移通道。由于中国南方的构造运动具有多期性活动特点,同时由于受到区域性抬升作用,导致水文地质封闭条件的开启,使得中国南方油气藏(除四川盆地)难以保存[36～37],早期形成的油气藏遭受破坏形成古油藏(或残余大量碳沥青及残留原油)。与此同时,富含成矿元素的成藏流体与地表下渗水混合,导致金属矿床的形成(或是油气藏的散失导致成矿流体物理、化学性质的剧变,从而形成金属矿床)。

[参 考 文 献]

[1] 解习农,王增明. 盆地流体动力学及其研究进展[J]. 沉积学报,2003,21(1):19～23.

[2] Corbet T F, Bethke C M. Disequilibrium fluid and groundwater flow in the western Canada sedimentary basin[J]. Journal of Geophysical Research,1992,97:7203～7217.

[3] 刘登忠,陶晓风,朱利东,等. 滇西兰坪盆地盆山耦合[M]. 成都:西南交通大学出版社,1999.

[4] 云南省地质局区域地质调查大队. 1∶20 万兰坪幅地区区域地质调查报告[R]. 昆明:云南省地质局,1974.

[5] 陈炳蔚. 三江地区主要大地构造问题及其成矿的关系[M]. 北京:地质出版社,1991.

[6] 何科昭. 滇西碰撞后裂谷与造山作用[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1996.

[7] 云南省地质矿产局第三地质大队. 云南省兰坪县金顶铅锌矿详细勘探地质报告[R]. 昆明:云南省地质矿产局,1984.

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

[8] 薛春纪,陈毓川,杨建民,等. 滇西兰坪盆地构造体制和成矿背景分析[J]. 矿床地质,2002,21(1):36～44.
[9] 罗建宁. 三江特提斯沉积地质与成矿[M]. 北京:地质出版社,1992.
[10] 刘肇昌. 扬子地台西缘构造演化与成矿[M]. 成都:电子科技大学出版社,1996.
[11] 许效松. 中国西部大型盆地分析及地球动力学[M]. 北京:地质出版社,1997.
[12] 牟传龙,王建,余谦,等. 兰坪中新生代沉积盆地演化[J]. 矿物岩石,1999,19(3):30～36.
[13] 陶晓风,朱利东,刘登忠,等. 滇西兰坪盆地的形成及演化[J]. 成都理工学院学报,2002,29(5):521～525.
[14] 从柏林,吴根耀. 中国滇西古特提斯构造带岩石大地构造演化[J]. 中国科学(D辑),1993,23(11):1201～1207.
[15] 叶庆同,胡云中,杨岳清,等. 三江地区区域地球化学背景和金银铅锌成矿作用[A]. 见:中华人民共和国地质矿产部. 地质专报[C]. 北京:地质出版社,1994.
[16] 朱创业,夏文杰,伊海生,等. 兰坪-思茅中生代盆地性质及构造演化[J]. 成都理工学院学报,1997,24(4):23～30.
[17] 李晓清,汪泽成,程有义,等. 拉分盆地分析与含油气性——以潍北盆地为例[M]. 山东东营:石油大学出版社,2003.
[18] 尹汉辉,范蔚茗,林舸. 云南兰坪-思茅地洼盆地演化的深部因素及幔-壳复合成矿作用[J]. 大地构造与成矿学,1990,14(2):113～124.
[19] 陈开旭,何龙清,杨振强,等. 云南兰坪三山-白秧坪铜银多金属成矿富集区的碳氧同位素地球化学[J]. 华南地质与矿产,2000,(4):1～8.
[20] 阙梅英,程敦模,张立生,等. 兰坪-思茅盆地铜矿床[M]. 北京:地质出版社,1998.
[21] 季宏兵,李朝阳. 滇西金满铜矿床成矿流体地球化学特征及来源[J]. 矿物学报,1998,18(1):28～37.
[22] 刘家军,杨伟光. 滇西金满铜矿床中木质结构及其成因意义[J]. 中国科学(D辑),2001,31(2):89～95.
[23] 李峰,甫为民. 兰坪盆地区域成矿特征初析[J]. 西南矿产地质,1991,5(1):25～33.
[24] 李雷. 云南兰坪金满砂岩铜矿床描述性模式[J]. 西南矿产地质,1993,7(1):16～20.
[25] 李小明. 滇西金满铜矿床成矿年龄测定[J]. 现代地质,2001,15(4):405～408.
[26] 刘家军,李志明,刘玉平,等. 滇西金满脉状铜矿床成矿年龄讨论[J]. 现代地质,2003,17(1):34～39.
[27] 王振荣,陈永波. 云南思茅坳陷的含油气远景[J]. 复式油气田,1997,(2):56～58.
[28] 翟裕生. 区域成矿学[M]. 北京:地质出版社,1999.
[29] 王国芝,胡瑞忠,王成善,等. 云南金顶超大型铅锌矿床的成矿地质背景[J]. 矿物学报,2001,21(4):571～577.
[30] 薛春纪,陈毓川,杨建民,等. 滇西北兰坪铅锌银铜矿田含烃 CO_2 成矿流体及其地质意义[J]. 地质学报,2002,76(2):244～253.
[31] 薛春纪,陈毓川,杨建民,等. 金顶铅锌矿床地质-地球化学[J]. 矿床地质,2002,21(3):271～277.
[32] 骆耀南,俞如龙. 西南三江地区造山带演化过程及成矿时空分布[J]. 地球学报,2002,23(5):417～422.
[33] 温春齐,蔡建明,刘文周,等. 金顶铅锌矿床流体包裹体地球化学特征[J]. 矿物岩石,1995,15(4):78～84.
[34] 刘增乾,李兴振,叶庆同,等. 三江地区构造岩浆带的划分与矿产分布规律[M]. 北京:地质出版社,1993.
[35] 陈能贵,栖斌. 中国南方海相地层区烃源岩有机质热演化特征[J]. 海相油气地质,1999,4(1):1～6.
[36] 赵宗举,俞广,朱琰,等. 中国南方大地构造演化及对油气的控制[J]. 成都理工大学学报(自然科学版),2003,30(2):155～168.
[37] 郭海花,常象春,张金亮. 兰坪坳陷上三叠统原油地球化学及其有机成矿意义[J]. 长安大学学报(地球科学版),2003,25(4):1～5.

Evolution of Lanping Basin and formation of relevant metal deposits

FU Xiu-gen

(School of Earth Sciences, Chengdu University of Tecnology, Chengdu 610059, China)

Abstract: Based on synthetic analysis of the geological data concerning the Lanping Basin, its evolution procedure was divided into four phases, i.e., the basin acted as a rifting, depressional, foreland or strike-slipping one at its different development stages, respectively. This paper studied the basin evolution of Lanping and its corresponding metal deposits. The results show that metallogeny to a certain degree occurred at almost all evolution stages, and large-scale mineralization took place in the Himalaya period.

Key words: continental facies basin; basin-fluid; basin-development; metal deposit; Lanping; Yunnan Province

[英文审定:周军]

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net