

文章编号: 0258-7106 (2002) 01-0036-09

滇西兰坪盆地构造体制和成矿背景分析*

薛春纪¹ 陈毓川² 杨建民³ 王登红³ 杨伟光⁴ 杨清标⁴

(1 长安大学成矿作用及其动力学开放研究实验室, 陕西 西安 710054; 2 中国地质科学院, 北京 100037;

3 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037; 4 云南地质三大队, 云南 大理 671000)

摘 要 大规模成矿作用的地质构造背景是国内外矿床学界普遍关注的重大问题。文章从盆地整体着眼, 从盆地构造-沉积-岩浆-变质作用过程着手, 通过盆地内地质、地球物理和遥感等事实分析了滇西兰坪盆地的构造体制和成矿背景。兰坪盆地在古特提斯构造基础上发展起来, 近南北向盆缘超岩石圈断裂和盆中央穿壳断裂及近东西向隐伏构造共同控制了盆地的动力过程, 中-新生代经历了印支期裂谷、燕山期拗陷及喜马拉雅期走滑拉分的性质演变。受印度板块与欧亚板块碰撞制约, 板内构造体制下的深大断裂和岩浆活动、幔流上涌、地层中不整合及壳幔相互作用等所体现的大陆地壳强烈运动是兰坪盆地的成矿基本地质背景。推测兰坪盆地具有大规模有效沟通地幔的盆地动力学体制。

关键词 成矿背景 构造体制 兰坪盆地 云南西部

中图分类号: P61; P552

文献标识码: A

兰坪盆地因金顶矿床而驰名中外。金顶铅-锌矿床是目前中国最大的铅-锌矿床, 也是世界上铅、锌总储量大于 1 000 万吨的 17 个超大型铅-锌矿床之一; 同时, Tl, Cd, Ag, S, Sr 均已分别达到大型矿床规模。在金顶外围, 北约 30 km 处新近发现了白秧坪大型 Ag-Cu-Co 多金属矿床, 南约 31 km 处发育有白洋厂 Cu-Ag 多金属矿田, 西约 28 km 处产有金满 Cu 矿床, 从而构成巨型矿集区, 使兰坪盆地颇具特色。

对兰坪盆地的成矿学研究始于 80 年代, 研究主要集中于金顶矿床。构造-沉积学分析认为矿床主岩属于构造活动型冲积扇, 岩矿及矿床地质特征研究表明金顶矿床是同生沉积-后期改造型层控矿床(施加辛等, 1983; 白嘉芬等, 1985)。80 年代末, 对金顶矿区的地层、构造、古水文学、同位素地球化学、蒸发岩、有机地球化学及矿床成因等的研究取得了丰硕的成果(高怀忠, 1989; 高广立, 1989; 吴淦国等, 1989; 胡明安, 1989), 但认识分歧较大。90 年代以来, 对兰坪—思茅盆地演化深部控制因素的研究表明盆地内存在幔-壳复合成矿作用(尹汉辉等,

1990); 矿床 REE 地球化学研究表明, 成矿物质主要来源于富 CO₂ 的地幔流体(王京彬等, 1991); 成矿模式研究提出了金顶铅锌矿床为“层控型后生矿床”的观点(覃功炯等, 1991); 矿床铅同位素组成指示矿石硫化物铅为幔源铅(周维全等, 1992; 张乾, 1993); 有人认为矿床具有“同生沉积-沉积改造-后期幔源铅叠加”的复杂形成过程(张乾, 1993; 叶庆同, 1992)。然而更多研究者把金顶矿床理解为陆相热水沉积成因(王京彬等, 1991; 罗君烈等, 1994; 王江海等, 1998), 认为大气成因地下水萃取盆地地层(特别是三叠纪火山岩)中的金属形成的成矿流体沿断裂上升到地表发生同生沉积成矿作用(罗君烈等, 1994; 王江海等, 1998; 温春齐等, 1995; 胡瑞忠等, 1998)。最近, 对金顶矿床的研究提出成矿卤水在成岩过程中沿大断裂向上运移, 矿质通过交代碳酸盐岩地层和断层附近的沉积物质, 沉淀成巨大的矿床(Li, 1998); 惰性气体同位素地球化学示踪在兰坪盆地某些成矿流体中发现了地幔流体(薛春纪等, 1999; Xue et al., 2000)。对金顶外围矿床的研究多注重对其地质特征的描述(罗君烈等, 1994; 季宏兵, 1994; 肖荣阁等,

* 本文得到国家重点基础研究发展规划项目(G1999043201)、中国博士后科学基金项目和国家计委地球科学专门项目(地科专 98-01)的联合资助

第一作者简介 薛春纪, 男, 1962 年生, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事矿床学和矿产勘查等研究。

收稿日期 2001-01-12; 改回日期 2001-11-30。李 岩编辑。

1993;田洪亮,1997),强调矿床的构造控制和热卤水成矿,普遍认为它们属于“后生层控矿床”。新近有研究把金满铜矿床理解为成矿物质以幔源为主的幔壳混合热液成因铜矿床(阙梅英等,1998),矿床地质和成矿地球化学研究揭示出兰坪白秧坪 Ag-Cu-Co 多金属成矿的壳幔流体混合机制(薛春纪等,2000)。

由上述可见,对兰坪盆地内单个矿床的研究较多,但认识分歧较大。笔者认为其主要原因之一是对盆地动力体制和成矿背景研究不够,没有很好地从盆地整体的、演化的及盆地浅部与深部具有统一的动力学机制角度来综合分析成矿背景,只是笼统地将兰坪盆地划归为中生代裂谷盆地,未能很好地反映盆地内以喜马拉雅期为主的成矿背景。本文从盆地整体着眼,从盆地构造-沉积-岩浆-变质作用发展过程着手,通过盆地内多种地质、同位素、地球物理和遥感事实来分析兰坪盆地的构造体制和成矿背景。

1 兰坪盆地构造位置和发展过程

兰坪中生代盆地在大地构造上属于环特提斯构造域的一个重要组成部分,位于阿尔卑斯—喜马拉雅巨型构造带东段弧形转弯处,濒临特提斯构造域与太平洋构造域的交接部位。滇西“三江”地区包括了怒江、澜沧江和金沙江—哀牢山三条板块缝合线,兰坪盆地是处在澜沧江与金沙江—哀牢山缝合线之间的一个微板块,即昌都—思茅微板块,其东侧与扬子板块相接,西侧与藏滇板块毗邻(图1)。由于受到后期印度板块向欧亚板块的强烈俯冲、顶撞,加之扬子板块的阻抗,结果在印度板块的东北角处形成了横断山构造结及相应的弧形弯折,兰坪盆地正处在该弧形弯折南端的北北西向构造带中(阙梅英等,1998)。

从区域构造-沉积-岩浆历史发展分析,兰坪盆地在元古代到早古生代为原特提斯洋中的一个大陆块。元古代地层为深变质火山岩、片岩、片麻岩和大理岩,分布在盆地两侧呈古隆起带;早古生代地层为以碎屑沉积为主夹泥质碳酸盐岩的复理石,大部分已浅变质,在盆地内部及边部的许多小隆起中有出露。随着加里东末期原特提斯洋的消失,本区转为稳定地块发展阶段,部分志留纪地层缺失。海西早中期(D—C),由于澜沧江带和金沙江带古特提斯洋的打开,本区被分解成处在扬子与藏滇板块之间的

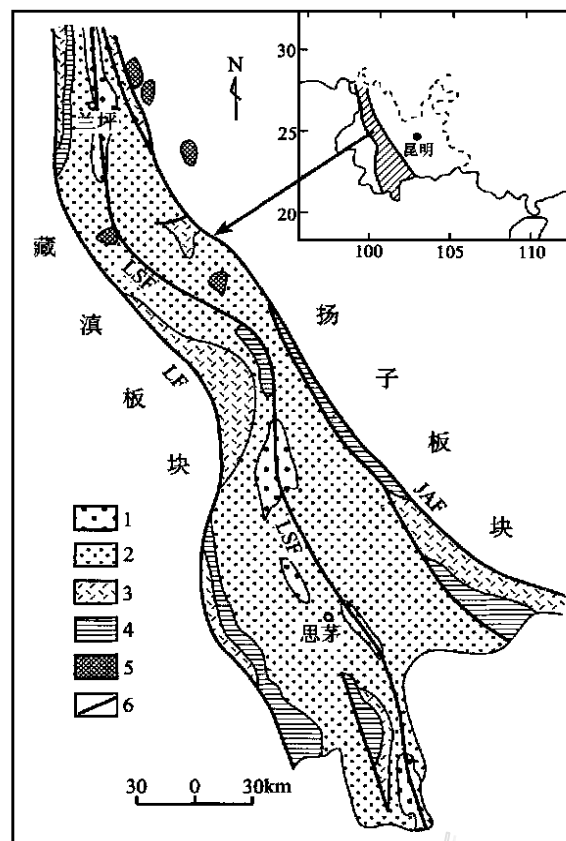


图1 兰坪中生代盆地地质与构造略图(据尹汉辉等,1990修编)

1—第三系;2—侏罗系-白垩系;3—三叠系;4—古生界;5—喜马拉雅碱性岩;6—主要断裂;JAF—金沙江-哀牢山断裂;LF—澜沧江断裂;LSF—兰坪-思茅断裂

Fig. 1 Sketch geological and tectonic map of Lanping Mesozoic-Cenozoic Basin (after Yin et al., 1990)

1—Tertiary; 2—Jurassic-Cretaceous; 3—Triassic; 4—Paleozoic; 5—Alkali rocks of Himalayan period; 6—Main fault: JAF—Jinshajiang-Ailaoshan fault, LF—Lancangjiang fault, LSF—Lanping-Simao fault

一个微板块,古特提斯洋中发育大量泥盆系和石炭系复理石建造,分布在兰坪盆地的两侧;海西晚期(P),由于洋壳俯冲,在微板块两侧形成火山弧,发育大量二叠系玄武岩;海西末期(P₂—T₁),古特提斯洋封闭,使本区与扬子板块和藏滇板块的保山陆块相互拼接,构成了北部劳亚大陆的一部分(阙梅英等,1998;朱创业等,1997)。

进入中生代,本区主要为(大陆)板内构造体制,由于所处的特殊大地构造位置,其构造演化仍较复杂(罗君烈等,1994;阙梅英等,1998;朱创业等,1997;李兴振等,1999;罗建宁等,1999;范承钧等,

1993),经历了印支期的裂谷作用、燕山期的拗陷过程及喜马拉雅期的走滑拉分。导致古特提斯洋消亡和本区下三叠统缺失的挤压应力释放后,本区在隆起基础上出现引张背景。中三叠世由于澜沧江和金沙江—哀牢山两条深大断裂的作用,盆地东西两边分别发生裂陷,在盆地边缘形成了海相-海陆交互相碎屑岩-碳酸盐岩建造和酸性、基性火山岩巨厚堆积(T_2-T_3),火山岩为双峰式拉斑玄武岩-碱性玄武岩系列,显示出印支期大陆裂谷特征。印支末期由于西侧怒江洋开始打开,所产生的向东推挤使本区逐渐抬升,进入陆内拗陷期。燕山期受雅鲁藏布江洋快速扩张的影响,怒江洋闭合,本区在隆起的背景下产生相对拗陷,形成以陆相碎屑岩为主的盆地充填(J_2-K_2);白垩纪末期雅鲁藏布江洋开始闭合,印度和欧亚两大板块的前缘部分发生碰撞,导致本区再次抬升, K_2 与 E_1 之间形成平行不整合面。新生代以来,早期印度板块向欧亚板块俯冲碰撞,强烈的近南北向挤压在板块东缘产生剪切,使本区NNW向断裂带发生走滑,形成兰坪等拉分盆地,发育含多个膏盐层位的红色碎屑岩建造;晚期雅鲁藏布江洋全部封闭,印度板块和欧亚板块强烈碰撞使本区强烈变形,产生大规模推覆、滑覆构造,新近纪有粗面质火山岩、火山碎屑岩和红色碎屑岩盆地充填;第四纪表现为断块隆升。

2 盆地断裂系统和隐伏构造

兰坪盆地东西边缘超岩石圈断裂(金沙江—哀牢山断裂和澜沧江断裂)(罗君烈等,1994;李兴振等,1999;罗建宁等,1999;范承钧等,1993)、盆地中央穿壳断裂(兰坪—思茅断裂)(尹汉辉等,1990)及它们的次级断裂长期继承性活动,构成了盆地的基本断裂系统(图1)。金沙江—哀牢山断裂带是兰坪盆地东侧的边界断裂,北段大致沿金沙江延伸,南段沿哀牢山延出境外;沿断裂挤压破碎及糜棱岩化发育,断裂带对古生代、三叠纪沉积有明显控制,东侧为台地沉积,西侧为槽型沉积,东西两侧分别发育有深、浅变质带;石炭纪—早二叠世沿断裂带有准洋脊火山岩,表明当时为一洋盆环境,晚二叠世火山岩性质转变为火山岛弧型,反映板块俯冲作用;印支初期洋盆封闭,沿断裂带发育蛇绿岩及混杂堆积;到喜马拉雅期,由逆冲推覆转化为平移剪切或走滑运动,使其构造形迹更为复杂。

澜沧江断裂是盆地西侧的边缘断裂,由大致沿澜沧江延伸的数条近于平行的主断裂及其间的破碎带组成,断层面面向西陡倾,沿断裂带出现地壳厚度梯度带和与其平行的航磁异常(阙梅英等,1998;葛良胜等,1999)。断裂东侧,中、晚三叠世堆积了近5000 m的火山岩,火山岩由西向东(离开断裂)逐渐减少(云南地质矿产局,1990),表明其对印支期火山活动的控制;燕山期该侧强烈下沉,形成兰坪中生代拗陷盆地;在北段紧邻断裂的中生代红层遭受线型动力热流变质,随远离断裂变质程度减弱。断裂西侧,出露一套中元古代变质岩系,北段是崇山群,南段为澜沧群,变质岩Sm-Nd法年龄为(409.8 ± 23) Ma(范承钧等,1993),说明变质岩系卷入了早期的板块俯冲活动;在海西-印支期该断裂西侧形成了巨大的临沧花岗岩基。可见澜沧江断裂是一条具有长期活动特征的控盆断裂。

兰坪—思茅断裂呈近南北向舒缓弧形分布在盆地中央,断裂面在兰坪一带西倾,在思茅一带东倾。沿断裂带,中新生界受到挤压破碎,且形成一条由中生代红层组成的线状动力热流变质带,并有喜马拉雅期小型侵入体和第四纪玄武岩分布。该断裂对三叠纪和侏罗纪沉积有一定的控制作用,说明它从印支-燕山期开始活动,到喜马拉雅期达到高峰(罗君烈等,1994;阙梅英等,1998;李兴振等,1999;范承钧等,1993)。尹汉辉等(1990)通过对兰坪—思茅盆地沉积建造、岩相古地理、岩浆活动、卫星影像及成矿作用的研究证实这一主要活动于喜马拉雅期的盆地中央断裂具有壳-幔规模的穿透性质,它一方面与兰坪—思茅盆地的边缘断裂一起长期控制盆地的形成和演化,特别是控制了第三纪盆地的发生,另一方面,它又是深源熔体、流体及部分成矿物质向浅部地壳运移的通道,为盆地内成岩、成矿作用提供了有利条件。

以上近SN向构造影响深远,继承性长期活动,且伴随形成了一系列次级构造,使它们的构造形迹清晰可辨,然而地球物理和卫星数字图象解译资料表明研究区存在近EW向深部隐伏构造及环形构造(薛春纪等,2000)。图2是依据云南地矿局1982年测编的1:50万布格重力异常图编制的滇西地区莫霍面等深线图,反映滇西北地壳由南往北逐渐增厚,莫霍面等深线呈近EW向展布,指示深部可能存在近EW向构造(罗君烈等,1994;葛良胜等,1999)。航磁测量结果揭示出几乎与重力资料相吻合的深部

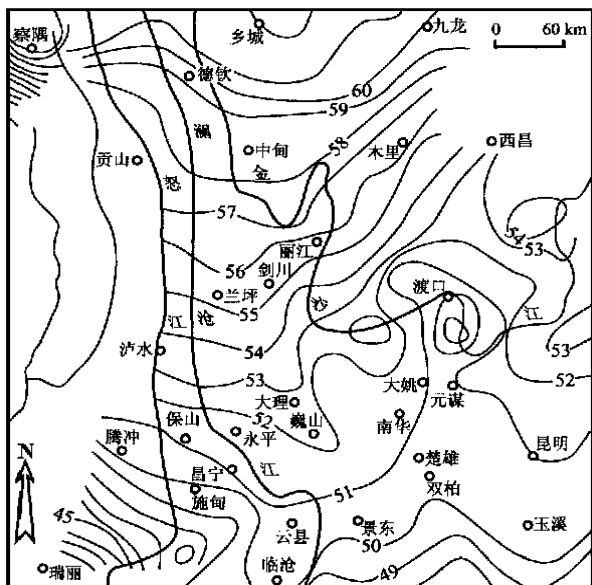


图2 滇西北地区莫霍面等深线图(据云南地矿局物探队,1982修编)

Fig. 2 Moho depth isobath map of southwestern Yunnan (after Geophysical Prospecting Party, Yunnan Bureau of Geology and Mineral Resources, 1982)

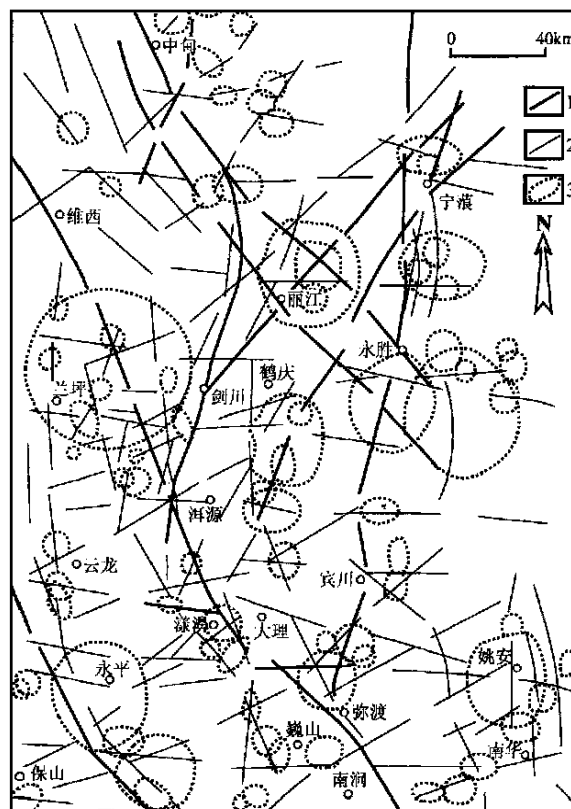


图3 滇西北地区遥感图象解译(据葛良胜等,1999)

1—一级线性构造;2—一般线性构造;3—环形构造

Fig. 3 Interpretation of remote sensing images for southwestern Yunnan (from Ge, 1999)

1—Important linear structure; 2—Normal linear structure; 3—Annular structure

隐伏构造带,主要表现为正负异常等值线EW向的明显鞍形或扭曲(范承钧等,1993;葛良胜等,1999)。卫星数字图象解译既显示出了主体的近SN向构造,而且平行展布间隔约30 km的近EW向隐伏构造带也清晰可见(图3);同时,在这两组构造的交汇处出现明显的环形构造,其与隐伏的EW向深部构造的关系相对密切,且与盆地内多个矿床产地的空间位置相重合,反映了深部岩浆等热源体的客观存在,从而在一定程度上指示了深部岩浆活动的状态(葛良胜等,1999)。

3 火成活动

受深大断裂长期活动的影响,兰坪盆地的火成活动自晚古生代至新生代都比较强烈(图4)(罗君烈等,1994;阙梅英等,1998;云南地质矿产局,1990)。晚古生代的火成岩主要沿澜沧江断裂带分布,南段为晚泥盆世钠质火山岩,即凝灰岩夹数层钠长斑岩,厚约140 m;北段则是以中性火山岩为主夹少量酸性-基性火山岩的石炭纪火山岩,厚度大于800 m。三叠纪的火成活动表现为沿兰坪盆地东西边缘深大断裂分布的区内规模最大的火山喷发活动(图4),东缘

沿金沙江—哀牢山断裂形成了一套中性喷出岩(流纹岩、石英斑岩及相应的火山碎屑岩)和以流纹质次英安斑岩为主的次火山岩,总厚度大于2 000 m;西缘沿澜沧江断裂,在北段形成一套中酸性熔岩(英安斑岩、流纹斑岩、霏细斑岩)及其火山碎屑岩夹少量中基性熔岩,厚度大于1 400 m;在南段,中三叠世发生中酸性(流纹岩、英安岩、石英斑岩)火山喷发,晚三叠世形成中基性火山岩(玄武岩、玄武安山岩、安山岩及少量英安岩),火山岩总厚度大于5 000 m。燕山期火成活动是沿盆地东西边缘断裂带分布的中-酸性岩浆侵入,沿金沙江—哀牢山断裂的侵入活动主要在南段形成黑云母二长花岗岩、黑云母花岗岩、钾长花岗岩和少量斜长花岗岩;沿澜沧江断裂带的侵入岩以石英闪长岩、花岗闪长岩为主。

喜马拉雅期不仅在盆地东缘而且在盆内均存在

强烈的碱性岩浆活动。沿金沙江—哀牢山断裂带出露有剑川碱性岩群(粗面岩覆盖在渐新统宝相寺组之上)、老君山正长岩(侵入于渐新统砂砾岩层中)、冷家坪碱性岩体等(图4);在盆地内部沿兰坪—思茅断裂出露有永平卓潘碱性岩体、巍山岩群,另外在普

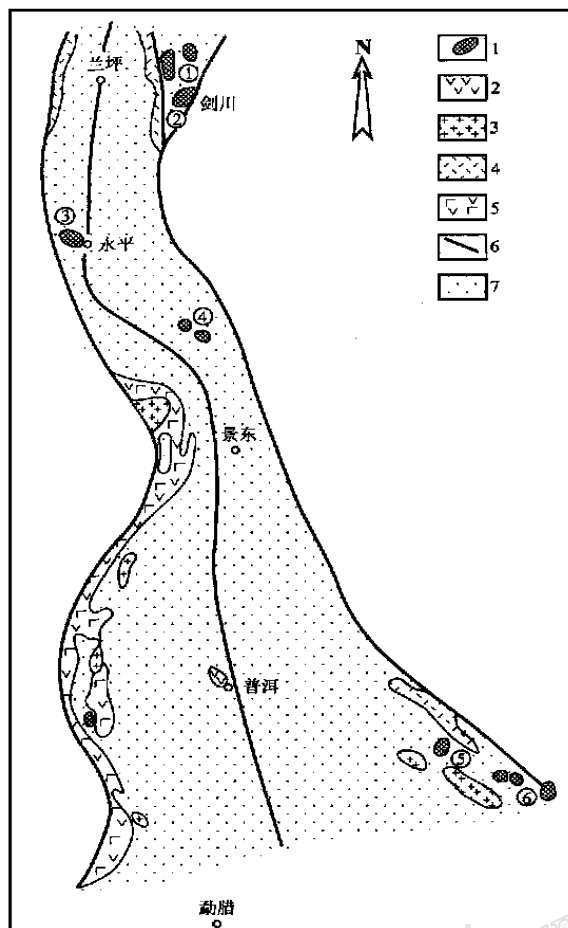


图4 兰坪—思茅盆地火成岩分布图(据阙梅英等,1998;云南地质矿产局,1990 编绘)

1—喜马拉雅期碱性岩:①—老君山岩体,②—剑川岩体,③—卓潘岩体,④—巍山岩群,⑤—哈潘轰东岩体,⑥—冷家坪岩体;2—喜马拉雅期玄武岩;3—燕山期花岗岩类;4—三叠系中酸性火山岩;5—三叠系中基性火山岩;6—主要断裂;7—变质岩、沉积岩

Fig. 4 Distribution of magmatic rocks in Lanping-Simaoyan basin (after Que et al., 1998; Yunnan Bureau of Geology and Mineral Resources, 1990)

1—Alkali rocks of Himalayan period: ①—Laojunshan body, ②—Jianchuan body, ③—Zhuopan body, ④—Weishan body, ⑤—Hapanhongdong body, ⑥—Lengjiaping body; 2—Himalayan basalt; 3—Granite of Yenshanian period; 4—Intermediate-acid volcanic rock of Triassic period; 5—Intermediate-basic volcanic rock of Triassic period; 6—Main fault; 7—Metamorphic and sedimentary rocks

洱县北尚有喜马拉雅期喷出的玄武岩(图4)。从卫星数字图象中解译出的环形构造(图3)很可能反映了其他隐伏岩体的存在(葛良胜等,1999)。依据出露岩体与渐新统呈侵入接触或覆于其上的接触关系判断,它们侵入或喷出的时代为渐新世末,其年龄应在250~30 Ma间。这些喜马拉雅期的碱性岩大部分被证明是幔源碱性岩,是受到地壳物质混染的上地幔部分熔融产物(尹汉辉等,1990);最近,在这些碱性岩中又发现了较多幔源富碱超基性、基性岩,如碱性辉石岩、碱性辉长岩、无辉斜长岩等包体(吕伯西等,1999),反映兰坪盆地中的成矿作用具有地幔-岩浆热流背景。

从兰坪盆地往北,在处于同一微板块(昌都—思茅微板块)内的德钦羊拉—鲁春等地,喜马拉雅期碱性岩浆侵入活动强烈,新近在若干斑岩体内部及其与围岩的接触带中发现了具重要工业意义的斑岩型和接触交代型矿床。再往北,在青海玉树—西藏江达—察雅产有著名的纳日贡玛—玉龙—马拉松多喜马拉雅期斑岩带及有关的铜、钼矿床,反映出盆地内喜马拉雅期幔源热流-岩浆活动强烈。

4 幔流上涌和热流变质

兰坪盆地某些矿床成矿主阶段热液硫化物和硫酸盐矿物内流体包裹体的惰性气体同位素组成指示成矿流体中存在一定比例的地幔氦、氩、氙同位素,是幔流上涌的重要信息(薛春纪等,1999;薛春纪等,2000;Xue et al., 2000)。

氦在大气中的含量非常低,加之成矿深度为1.0~1.5 km(薛春纪等,2000),因而大气对包裹体内流体中的氦同位素组成不会产生明显影响(Xue et al., 2000),可以排除包裹体内存在宇宙成因 ^3He 的可能性。所以,兰坪盆地矿床成矿流体中的 He 或来自地壳,或来自地幔。实测(8个样品)成矿流体的 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比值[(0.19~1.97) Ra]高出地壳特征值[(0.01~0.05) Ra]1~2个数量级,而在某种程度上向地幔特征值[(6~7) Ra]趋近(Xue et al., 2000)。兰坪盆地地壳的U、Th、Li背景值与地壳平均值接近,而较高的 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 值说明成矿流体中存在地幔 He ,是地球原始 He 的残余部分。依据二元混合模型,求得流体包裹体中地幔 He 的比例在2%~32%,平均为16.7%(Xue et al., 2000)。

大气及地壳、地幔不同源区流体的 $^{20}\text{Ne}/^{22}\text{Ne}$

和 $^{21}\text{Ne}/^{22}\text{Ne}$ 各不相同,实测兰坪盆地成矿流体氦同位素初始组成是: $^{20}\text{Ne}/^{22}\text{Ne}$ 为 $10.45 \sim 10.83$, $^{21}\text{Ne}/^{22}\text{Ne}$ 为 $0.027 \sim 0.03$ (薛春纪,2001)。据Baltimore等(1991)提出的地质流体中大气氦、地壳氦、地幔氦三者比例估算的氦同位素模型,兰坪盆地成矿流体中大约存在50%的地幔氦。地壳氦和地幔氦不同的起源和性质使它们表现出不同的演化规律,兰坪盆地成矿流体的氦同位素组成处在地幔氦演化线附近, $^{21}\text{Ne}/^{22}\text{Ne}$ 变幅极小,不具有地壳氦的 $^{21}\text{Ne}/^{22}\text{Ne}$ - $^{20}\text{Ne}/^{22}\text{Ne}$ 负相关性,反映成矿流体中存在十分明显的地幔氦。

地球不同层圈的氦同位素组成有不同的分布与演化趋势(Thomas et al.,1982),目前已作过研究的地壳样品的 ^{129}Xe 变化均极小($^{129}\text{Xe}/^{130}\text{Xe}$ 集中在4.49附近), ^{134}Xe 变化较大($^{134}\text{Xe}/^{130}\text{Xe}$ 在2.55~3.78之间);而来自地幔样品的 ^{134}Xe 较地壳低, ^{129}Xe 比地壳高,演化趋势表现出 $^{129}\text{Xe}/^{130}\text{Xe}$ - $^{134}\text{Xe}/^{130}\text{Xe}$ 呈正相关性(Thomas et al.,1982)。本文实测兰坪盆地流体样品氦同位素组成分布在地幔氦的周围及壳幔混合区,具有幔源 $^{129}\text{Xe}/^{130}\text{Xe}$ 与 $^{134}\text{Xe}/^{130}\text{Xe}$ 的正相关性。

沿兰坪盆地中央断裂——兰坪—思茅穿壳断裂,在中南段发育NNW向延伸的狭长状变质带——无量山变质带,出露长度800 km,宽度0~20 km,云南地矿局把它称为“低压区域动力热流变质带”(云南地质矿产局,1990)。岩性以绢云母板岩、绢云母千枚岩、变质砂岩为主,岩石的动态结晶片理不发育,但热流作用使由矿物重结晶形成的变斑结构显示出较高的变质程度;可划分出低绿片岩相、高绿片岩相和低角闪岩相三个变质带,在垂直于变质带延长的方向上,自断裂向两侧变质程度渐低,直至过渡为中生界红色碎屑岩;变质程度的高低与地层层位无关,而与断裂的相对位置关系密切。这些特点反映变质作用的产生是深大断裂活动或沿断裂深部热流上涌的综合作用结果(云南地质矿产局,1990;阙梅英等,1998;薛春纪等,2000)。

新近测得该变质带的变质年龄是24~31 Ma(绢云母样品K-Ar法测定)(阙梅英等,1998),相当于渐新世,这与该区喜马拉雅期幔源碱性岩浆侵入和喷出几乎同时,反映与构造-岩浆活动相伴的异常热流可能是热变质作用的直接原因(云南地质矿产

局,1990)。可推测兰坪盆地喜马拉雅期构造过程-岩浆活动-幔流上涌-成矿作用是密切相关的同一地质过程的不同表现。

5 盆地现代地热和地壳运动

制约兰坪盆地发生、发展和演化的断裂系统在现代仍然活动。盆地内近代热泉多有发育。云南省所有15处沸泉均产于滇西,水温最高105℃。滇西地区温热线424处,约占全省的65%,泉水具有高矿特征,天然热流量在112.1 MJ/s以上(罗君烈等,1994)。兰坪盆地内部出露现代热泉20多处。对兰坪地井温泉的调查表明,泉水地表温度40℃,pH=6.0,以富 CO_2 和 SiO_2 为特征(肖荣阁等,1993);白洋厂矿床东南15 km有永香大郎温泉,发育在白垩系景星组红色砂岩中,沿裂隙分布的泉华两侧有退色现象^①,反映研究地区至今仍是一个地热、地温异常高分布区。

兰坪盆地也是地震频发区,据云南省地震局的记录,1914年兰坪境内比江中段发生5级地震,云龙附近有6级地震,1948年兰坪有过6级地震,1965—1980年的16年间,兰坪盆地共发生1~4.2级地震581次。这些地震主要集中在盆地中央断裂以东及兰坪县河西乡附近,有的与澜沧江断裂有关,说明本区一直处于地壳强烈活动背景下。

6 结 论

兰坪盆地位于滇西兰坪—思茅中生代盆地北段,在古特提斯基础上先后沉积了海相-陆相的碳酸盐岩、火山岩和碎屑岩建造,地层中有多个陆相含膏盐层位,存在多个沉积间断。

以盆地边界澜沧江断裂和金沙江—哀牢山断裂及盆地中央兰坪—思茅穿壳断裂为主构成的盆地断裂系统深达上地幔、下地壳,同时存在近东西向隐伏构造,它们共同控制了盆地的构造演化过程,印支期为裂谷性质,燕山期是拗陷盆地,喜马拉雅期属走滑拉分盆地。

沿盆地边缘及中央断裂带发育喜马拉雅期幔源碱性岩体,盆内在多个矿床产地出现与区域线状构造不相协,且调彼此孤立的环形构造(遥感影像),沿

① 朱上庆,覃功炯,陈式房,等.1995.金顶超大型陆相碎屑岩铅锌矿床.攀登项目(A30-04)专题研究报告.

中央断裂带发育喜马拉雅期热流变质,惰性气体同位素指示了幔流上涌。

受印度板块与欧亚板块相互碰撞的制约,板内构造体制下的深大断裂和岩浆活动、幔流上涌、地层中不整合及壳幔相互作用等所体现的大陆地壳强烈运动是兰坪盆地的成矿基本地质背景。

推测兰坪盆地具有大规模有效沟通地幔的盆地动力学体制,有利于成矿作用的发生。

致 谢 作者对在野外工作中罗君烈教授、丁俊教授的帮助表示敬意!完成此文也得益于覃功炯教授、金景福教授的交流,谨表谢忱!

References

- Bai J F, Wang C H and Na R X. 1985. The geological characteristics and mineralization discussion of Jinding lead-zinc deposit, Yunnan [J]. Mineral Deposits, 4(1): 1~9 (in Chinese with English abstract).
- Ballentine C J and O' Nions R K. 1991. The nature of mantle neon contributions to Vienna Basin hydrocarbon Reservoirs [J]. Earth Planet. Sci. Lett., 113: 533~567.
- Fan C J and Zhang Y F. 1993. The tectonic pattern of western Yunnan [J]. Yunnan Geol., 12(2): 101~110 (in Chinese with English abstract).
- Gao G L. 1989. A discussion on the geological problem of Jinding lead-zinc deposit [J]. Earth Sci., 14(5): 468~475 (in Chinese with English abstract).
- Gao H Z. 1989. Several opinions about the strata and sedimentary facies of Jinding lead-zinc deposit [J]. Earth Sci., 14(5): 457~465 (in Chinese with English abstract).
- Ge L S, Yang J H, Guo X D, et al. 1999. The hidden EW-structure existing in north-western Yunnan and the evidence [J]. Yunnan Geol., 18(2): 155~167 (in Chinese with English abstract).
- Hu M A. 1989. A discussion on the mineralization and characteristics of karst-type lead-zinc deposits: Jinding ore deposit, as an example [J]. Earth Sci., 14(5): 531~537 (in Chinese with English abstract).
- Hu R Z, Zhong H, Ye Z J, et al. 1998. Helium and argon isotope geochemistry of Jinding large-scale lead-zinc deposit [J]. Sci. in China (D series), 28(3): 208~213 (in Chinese with English abstract).
- Ji H B. 1994. Geology, geochemistry and ore-forming mechanism of Jinning copper deposit, western Yunnan [J]. Geol. and Geochem., (5): 32~41 (in Chinese with English abstract).
- Li X Z, Liu W J, Wang Y S, et al. 1999. Tethyan tectonic evolution and mineralization in the south-western Sanjiang area (overall) [M]. Beijing: Geol. Pub. House. 191~252 (in Chinese).
- Lu B X and Qian X G. 1999. Petrology research on the deep source inclusions of alkali volcanic rock and alkali-rich porphyry in the Cenozoic Era at western Yunnan [J]. Yunnan Geol., 18(2): 127~143 (in Chinese with English abstract).
- Luo J N and Du D X. 1999. Sedimentary geology and mineralization in south-western Sanjiang area [M]. Beijing: Geol. Pub. House. 117~159 (in Chinese).
- Luo J L and Yang J Z. 1994. The Tethyan evolution and the mineralization of the main metal deposits in western Yunnan [M]. Beijing: Geol. Pub. House. 149~239 (in Chinese).
- Li N. 1998. Depositional controls and genesis of the Jinding sandstone-hosted Zn-Pb deposit, Yunnan Province, southwest China [D] [dissertation]. The University of Texas at Austin, U.S.A.
- Qin G J and Zhu S Q. 1991. The ore-forming model of Jinding lead-zinc deposit and ore deposits forecast [J]. Yunnan Geol., 10(2): 145~190 (in Chinese with English abstract).
- Que M Y, Cheng D M, Zhang L S, et al. 1998. Copper deposits in Lanping-Simao Basin [M]. Beijing: Geol. Pub. House. 1~17, 37~46 (in Chinese).
- Shi J, Yi F H, Wen Q D, et al. 1983. The rock-ore characteristics and mineralization of Jinding lead-zinc deposit, Lanping [J]. Yunnan Geol., 2(3): 179~195 (in Chinese with English abstract).
- Thomas S and Claude J A. 1982. Terrestrial xenology [J]. Earth Planet. Sci. Lett., 60: 389~406.
- Tian H L. 1997. The geological characteristics of Baiyangping silver and poly-metal deposit, Lanping [J]. Yunnan Geol., 16(1): 105~108 (in Chinese with English abstract).
- Wang J H, Yan W, Chang X Y, et al. 1998. Continental hydrothermal sediment: Yunnan area, as an example [M]. Beijing: Geol. Pub. House. 79~89 (in Chinese).
- Wang J B and Li C Y. 1991. REE geochemical research on Jinding large-scale lead-zinc deposit [J]. Geochem., 19(4): 359~365 (in Chinese with English abstract).
- Wen C Q, Cai J M, Liu W Z, et al. 1995. The geochemical characteristics of the fluid inclusion in Jinding lead-zinc deposit [J]. Mineral and rock, 15(4): 78~84 (in Chinese with English abstract).
- Wu G G and Wu X D. 1989. The structure evolution and mineralization law of Jinding lead-zinc deposit, Yunnan [J]. Earth Sci., 14(5): 477~486 (in Chinese with English abstract).
- Xiao R G, Chen H Q, Yuan J Q. 1993. Mesozoic-Cenozoic geology and mineral resources in Yunnan [M]. Beijing: Oceanic Pub. House. 124~162 (in Chinese).
- Xue C J, Wang D H, Yang J M, et al. 1999. The mantle helium discovered in the ore-forming fluids of Jinding-Baiyangping ore deposits, Lanping [J]. Acta Geoscientia Sinica, 20 (supp.): 385~389 (in Chinese with English abstract).
- Xue C J, Yang J M, Chen Y C, et al. 2000. Ore-forming characteristics of Baiyangping Cu-Ag-Co deposit, Lanping [A]. In: Chen Y C, ed. A research on the endogenetic mineralization of Himalayan Era [C]. Beijing: Seismology Pub. House. 69~83 (in Chinese).
- Xue C J, Wang D H, Chen Y C, et al. 2000. Helium, argon, and xenon isotopic compositions of ore-forming fluids in Jinding-Baiyangping polymetallic deposits, Yunnan, Southwest China [J]. Acta Geologica Sinica, 74(3): 521~528.

- Yin H H, Fan W M and Lin G. 1990. Deep factors on the Lanping-Simaog basin evolution and the mantle-crust complex mineralizations [J]. *Tectonic and Metallogeny*, 4(2): 113 ~ 124 (in Chinese with English abstract).
- Ye Q T, Hu Y and Yang Y Q. 1992. Regional geochemistry background and the gold-silver-lead-zinc mineralization in Sanjiang area [M]. Beijing: Geol. Pub. House. 217 ~ 264 (in Chinese).
- Yunnan Geological and Mineral Resources Bureau. 1990. Annals of regional geology, Yunnan Province [M]. Beijing: Geol. Pub. House. 106 ~ 278 (in Chinese).
- Zhang Q. 1993. Discussion on the lead isotope compositions and their sources in Jinding super large-scale lead-zinc deposit [J]. *Geol. and Prospecting*, 29(5): 21 ~ 28 (in Chinese with English abstract).
- Zhou W Q and Zhou Q L. 1992. Pb- and S-isotope composition research on Lanping lead-zinc deposit [J]. *Geochem.*, 20(2): 141 ~ 148 (in Chinese with English abstract).
- Zhu C Y, Xia W J, Yin H S, et al. 1997. The nature and tectonic evolution of Lanping-Simaog Mesozoic basin [J]. *J. of Chengdu Institute of Tech.*, 24(4): 23 ~ 30 (in Chinese with English abstract).
- 附中文参考文献**
- 白嘉芬, 王长怀, 纳荣仙. 1985. 云南金顶铅锌矿床地质特征及成因初探 [J]. *矿床地质*, 4(1): 1 ~ 9.
- 范承钧, 张翼飞. 1993. 云南西部地质构造格局 [J]. *云南地质*, 12(2): 101 ~ 110.
- 高广立. 1989. 论金顶铅锌矿床的地质问题 [J]. *地球科学*, 14(5): 468 ~ 475.
- 高怀忠. 1989. 关于金顶铅锌矿床地层及沉积相问题的几点见解 [J]. *地球科学*, 14(5): 457 ~ 465.
- 葛良胜, 杨嘉禾, 郭晓东, 等. 1999. 滇西北地区(近)东西向隐伏构造带的存在及证据 [J]. *云南地质*, 18(2): 155 ~ 167.
- 胡明安. 1989. 试论岩溶型铅锌矿床的成矿作用及其特点——以云南金顶矿床为例 [J]. *地球科学*, 14(5): 531 ~ 537.
- 胡瑞忠, 钟宏, 叶造军, 等. 1998. 金顶超大型铅-锌矿床氢、氩同位素地球化学 [J]. *中国科学(D辑)*, 28(3): 208 ~ 213.
- 季宏兵. 1994. 滇西金满铜矿床地质、地球化学特征及成矿机理 [J]. *地质地球化学*, (5): 32 ~ 41.
- 李兴振, 刘文均, 王义昭, 等. 1999. 西南三江地区特提斯构造演化与成矿(总论) [M]. 北京: 地质出版社. 191 ~ 252.
- 罗建宁, 杜德勋. 1999. 西南三江地区沉积地质与成矿 [M]. 北京: 地质出版社. 117 ~ 159.
- 罗君烈, 杨荆舟. 1994. 滇西特提斯的演化及主要金属矿床成矿作用 [M]. 北京: 地质出版社. 149 ~ 239.
- 吕伯西, 钱祥贵. 1999. 滇西新生代碱性火山岩、富碱斑岩深源包体岩石学研究 [J]. *云南地质*, 18(2): 127 ~ 143.
- 覃功炯, 朱上庆. 1991. 金顶铅锌矿床成因模式及找矿预测 [J]. *云南地质*, 10(2): 145 ~ 190.
- 阙梅英, 程敦摸, 张立生, 等. 1998. 兰坪-思茅盆地铜矿床 [M]. 北京: 地质出版社. 1 ~ 17, 37 ~ 46.
- 施加辛, 易凤煌, 文其铨. 1983. 兰坪金顶铅锌矿床的岩矿特征及成因 [J]. *云南地质*, 2(3): 179 ~ 195.
- 田洪亮. 1997. 兰坪白秧坪铜银多金属矿床地质特征 [J]. *云南地质*, 16(1): 105 ~ 108.
- 王江海, 颜文, 常向阳, 等. 1998. 陆相热水沉积作用——以云南地区为例 [M]. 北京: 地质出版社. 79 ~ 89.
- 王京彬, 李朝阳. 1991. 金顶超大型铅锌矿床 REE 地球化学研究 [J]. *地球化学*, 19(4): 359 ~ 365.
- 温春齐, 蔡建明, 刘文周, 等. 1995. 金顶铅锌矿床流体包裹体地球化学特征 [J]. *矿物岩石*, 15(4): 78 ~ 84.
- 吴淦国, 吴习东. 1989. 云南金顶铅锌矿床构造演化及矿化富集规律 [J]. *地球科学*, 14(5): 477 ~ 486.
- 肖荣阁, 陈卉泉, 袁见齐. 1993. 云南中新世地质与矿产 [M]. 北京: 海洋出版社. 124 ~ 162.
- 薛春纪, 王登红, 杨建民, 等. 1999. 兰坪金顶—白秧坪成矿流体中发现地幔 He——壳幔流体成矿证据 [J]. *地球学报*, 20(增刊): 385 ~ 389.
- 薛春纪, 杨建民, 陈毓川, 等. 2000. 兰坪白秧坪 Cu-Ag-Co 多金属成矿学特征 [A]. 见: 陈毓川主编. 喜马拉雅期内生矿作用研究 [C]. 北京: 地震出版社. 69 ~ 83.
- 尹汉辉, 范蔚茗, 林舸. 1990. 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*, 4(2): 113 ~ 124.
- 叶庆同, 胡云中, 杨岳清. 1992. 三江地区区域地球化学背景和金银铅锌成矿作用 [M]. 北京: 地质出版社. 217 ~ 246.
- 云南省地质矿产局. 1990. 云南省区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社. 106 ~ 278.
- 张乾. 1993. 云南金顶超大型铅锌矿床的铅同位素组成及铅来源探讨 [J]. *地质与勘探*, 29(5): 21 ~ 28.
- 周维全, 周全立. 1992. 兰坪铅锌矿床铅和硫同位素组成研究 [J]. *地球化学*, 20(2): 141 ~ 148.
- 朱创业, 夏文杰, 尹海生, 等. 1997. 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*, 24(4): 23 ~ 30.

Analysis of Ore-forming Background and Tectonic System of Lanping Basin, Western Yunnan Province

Xue Chunji¹, Chen Yuchuan², Yang Jianmin³, Wang Denghong³, Yang Weiguang⁴, Yang Qingbiao⁴

(1 Open Research Laboratory of Mineralization and Its Dynamics, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China;

2 Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China; 3 Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China; 4 No.3 Geological Party of Yunnan Province, Dali 671000, Yunnan, China)

Abstract

The tectonic background of large-scale mineralization is an important problem to which ore geologists both at home and abroad have attached much importance. Viewing the tectonic-sedimentary-magmatic-metamorphic process of the basin as a whole, this paper analyses the ore-forming dynamic background of the Lanping basin based on its geological, geophysical and remote-sensing data. The Lanping basin was developed on the basis of old Tethys. The dynamic process of the basin was jointly controlled by nearly NS-trending ultra-lithosphere faults along the basin margin and penetrating-crust faults within the basin and nearly EW-trending buried structures. The basin underwent rifting in Indo-Chinese epoch, depression in Yanshanian epoch and strike-slip extension in Himalayan epoch. The Lanping basin was affected by the collision of the Indo-plate with the Eurasian plate. The ore-forming background of the Lanping basin is basically the intense continental crust movement as evidenced by the large-scale deep faulting and magmatism, the mantle fluid upwelling, the unconformity in the strata and the mantle-crust interaction within a plate tectonics. The basin is inferred to possess a dynamic mechanism of large-scale effective connection with the mantle.

Key Words: ore-forming background, tectonic system, Lanping basin, western Yunnan