

怒江、澜沧江、金沙江地区构造与成矿作用

李永森 陈炳蔚

(中国地质科学院地质研究所)

内容提要:据野外调查资料,将怒江、澜沧江、金沙江地区划为三个大的构造单元,即扬子板块西缘、印度板块北东缘和处于上两者之间的交接带或转换构造带。本文以大地构造格架为背景,结合成矿建造与构造变动的内在联系,在本区划出11个主要金属成矿带。追溯构造演化与成矿作用关系划出6大成矿阶段,即前特提斯阶段、古特提斯阶段、古特提斯碰撞阶段、碰撞后继阶段、中特提斯阶段及陆内强挤压阶段。其中以第四、第六两个成矿阶段最重要。本文还着重描述了构造运动形式及构造变形与成矿作用的关系,解剖了川西呷村含金富银多金属矿、藏东玉龙斑岩铜矿、滇西金顶铅锌矿、哀牢山带金矿等大型典型矿产形成的构造地质背景。

主题词:特提斯洋 沟-弧-盆体制与成矿 碰撞体制与成矿 推覆构造及韧性剪切带与成矿

怒江、澜沧江、金沙江地区处于唐古拉、冈底斯、喜马拉雅3条平行山系东端,构造线由东西向急转为南北向,所以也称横断山区。

一、构造单元的划分及其简要特征

本区是欧亚板块与印度板块的拼合地带,在空间上它兼具南、北两大板块的沉积类型及过渡特征的地层;时间上经历了漫长而复杂的地壳变动历史,特别是晚古生代以来,出现了显著的构造分化,即进入到几期裂解、海底扩张及拼合、挤压等构造发展历程。为此,根据裂解、海底扩张期所反映的沉积作用,拼合、挤压期反映的构造-热事件,将本区划分为三个大的构造单元(图1)。

现对照图1,将怒江、澜沧江、金沙江地区各构造单元的主要特征简述如下。

扬子板块边缘

这里主要是指扬子板块(YZ)西缘的松潘甘孜(SG)和盐源丽江(YL)两个沉积盆地。两盆地深处存在有扬子旋回的变质基底及上覆古生代稳定盖层,故其发育的早期是扬子板块西部的延伸。北面的松潘甘孜盆地,自二叠纪茅口期沉积的角砾状灰岩(具重力流堆积特点)及吴家坪期的海底玄武岩流喷溢至三叠纪大量沉积的复理石层,说明构造活动增强,沉积速率和沉积深度变大,成为大陆板块边缘的斜坡沉积环境。晚三叠世末全面褶皱成山,造山期后经深层滑脱作用,形成众多的复理石推覆带和滑脱带。南面的盐源丽江盆地,三叠系亦具冒地槽沉积特点,中生代以来,经印支、燕山,特别是喜马拉雅运动的强烈影响,形成褶皱带和断裂带,并成为巨大木里和丽江推覆带的一个组成部分。

转换构造带

它可划分为以下几个构造单元。

理塘义敦印支期沟弧盆褶皱系:它包括甘孜理塘蛇绿岩带(①)、沙鲁里岛弧褶皱带(SL)、白玉中甸弧后剪褶皱带(BZ)3个部分。甘孜理塘蛇绿岩带可分为南、北两段:甘孜以南以蛇绿岩、蛇绿混杂岩为主,甘孜西北,经竹庆直达治多,则以混杂堆积岩为主。古生物化石及岩石化学资料表明,属晚二叠世—三叠纪洋壳物质^[1]。晚三叠世诺利克期,洋壳由东向西俯冲,产生高压带及其西侧与之配套的弧、盆结构。沙鲁里岛弧褶皱带:处于甘孜理塘蛇绿岩带及柯鹿洞乡城断裂(②)之间,以三叠系火山-沉积岩组合为主,与下伏

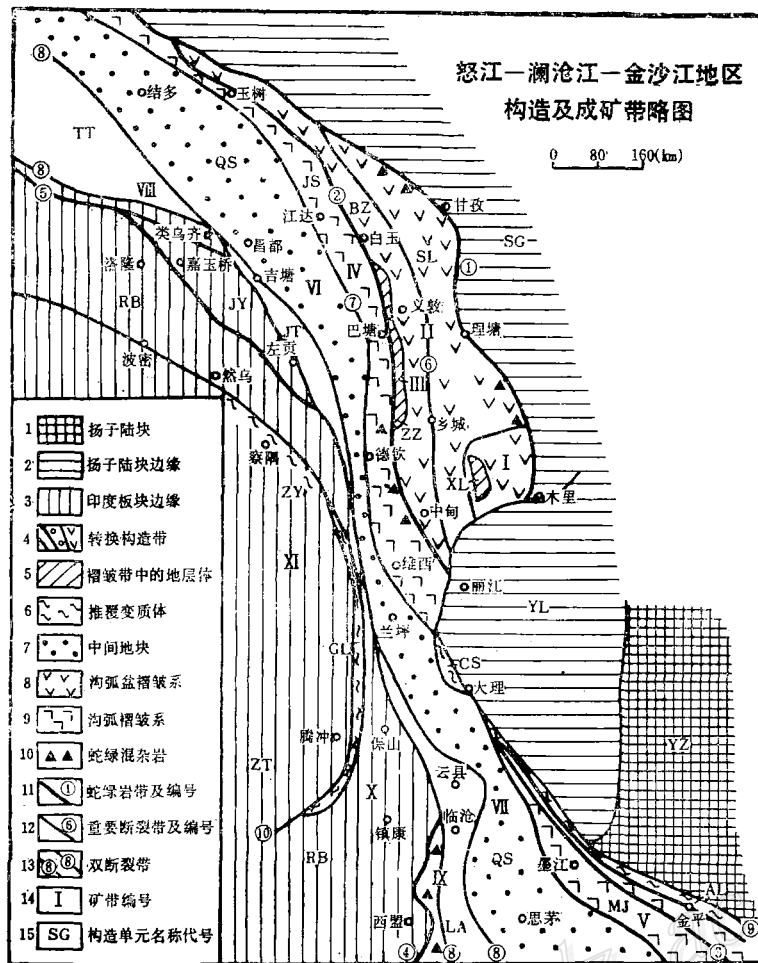


图 1 怒江-澜沧江-金沙江地区构造及成矿带略图
(说明见正文)

Fig.1. Sketch map showing structures and metallogenic belts of Nujiang-Lancangjiang-Jinshajiang region.

1—Yangtze landmass; 2—Border of Yangtze landmass; 3—Border of Indian plate; 4—Transform structural belts; 5—Stratigraphic body in fold belt; 6—Nappe metamorphic body; 7—Median mass; 8—Trench-arc-basin fold system; 9—Trench-arc fold system; 10—Ophiolite melange; 11—Ophiolite and its serial number; 12—Important fault zone and its serial number; 13—Duplex fault zone; 14—Serial number of ore belts; 15—Code name of tectonic unit.

二叠系(晚二叠世亦具强烈的火山喷发活动)为连续沉积。特别是上三叠统发育巨厚的复理石与火山岩互层,其中火山岩以岛弧拉斑玄武岩和钙碱性酸性火山岩为主⁽²⁾,并赋存黑矿型多金属硫化物矿床。它与甘孜理塘带诺利克期的向西俯冲作用有着直接的关系。岛弧褶皱带中夹有上元古界水洛河变质地层体(XL)。白云中甸弧后剪褶皱带;处于柯鹿洞乡城断裂与金沙江蛇绿岩带(②)之间,最下部的地层由震旦-寒武系砂泥质复理石夹少量基性火山岩组成,自奥陶系至下二叠统以碳酸盐岩台地相沉积为主。晚二叠世开始基性火山活动增强,显示拉张背景。中甸古生界地层体(ZZ)以及德格、俄支乡附近的古生界小岩

块群亦是这种拉张背景的残留物。上三叠统的复理石层中夹钙碱性和碱性系列特征的中酸性火山岩,显示弧后盆地的产物^[2]。

金沙江华力西期沟弧褶皱系(JS):处于金沙江蛇绿岩带与字嘎寺德钦断裂(⑦)之间。金沙江蛇绿岩带大致北起玉树以西的扎河,向南经巴塘至得荣,再向南连同整个褶皱系一起为木里和丽江推覆构造所掩覆。蛇绿岩一般沿金沙江主断裂带呈断片产出,蛇绿岩套的原始序列多已破坏而残缺不全,它们与三叠系呈构造(底辟)侵位,时代比三叠纪老。蛇绿岩带西侧,早古生代为复理石建造夹基性火山岩。从中志留世开始至晚古生代,沉积物中一般都伴有火山岩,尤以早二叠世为最盛。早二叠世沉积以基性火山岩、角斑岩、放射虫硅质岩为特征,它们与东侧的蛇绿岩带一起构成这里的沟弧沉积环境。早、晚二叠世的不整合运动褶皱成山并形成与之相应的中酸性侵入岩带及著名的金沙江变质带。沟弧褶皱带之西,继华力西褶皱之后,印支期仍然活动,表现在三叠纪卡尼克期出现的中酸性火山-沉积岩组合,其岩石化学特点属陆缘火山弧的产物^[2]。

墨江华力西期沟弧褶皱系(MJ):它处于红河断裂(⑨)以西,西界为思茅盆地覆盖。这里早古生代处于冒地槽型沉积环境,晚古生代活动性增强,特别是早二叠世具洋壳型优地槽沉积特点,晚二叠世褶皱封闭。中三叠世至晚三叠世早期发育有钙碱性中酸性火山岩系,为陆缘火山弧沉积环境。其构造演化大体与金沙江沟弧褶皱系类似。藤条江蛇绿岩带(③)是这里最重要的蛇绿岩带,它的北端为苍山推覆变质体(CS)所掩盖,南延入越南北部与马江蛇绿岩带(Song Ma Zone)相连,沿线有密集的基性、超基性岩分布,直接围岩是晚古生代晚期的基性熔岩、放射虫硅质岩等,晚古生代末洋壳封闭,形成蛇绿岩带。该蛇绿岩带东侧发育的蓝闪石片岩带及哀牢山变质带,以往当作为与蛇绿岩带俯冲配套的双变质带^[2],但它的延伸方向与蛇绿岩带很不协调。蓝闪石片岩产生时代属印支期,似乎与这里的碰撞造山无直接联系,应是褶皱期后强烈挤压和剪切作用的产物。哀牢山变质带,在印支期具韧性平移剪切变形的显著特点,喜马拉雅期则表现为由东往西大距离的推覆作用,即称为哀牢山推覆变质体(AL)。

昌都思茅中间地块(QS):大体位于金沙江及墨江沟弧褶皱系以西,澜沧江沟弧褶皱系以东的地带。这里大面积分布的是以燕山期为主的陆相盆地沉积,下伏构造层除边部为华力西、印支褶皱外,主体为加里东褶皱。在北部的昌都盆地中,青泥洞至海通一带为下奥陶统复理石层,并为上覆晚古生代地台型沉积不整合复盖。由于受到两侧交替活动的华力西运动和印支运动的影响,本身亦有相应的显著活动,在燕山期至喜马拉雅期又以断裂岩浆作用为特征。南部的兰坪思茅盆地,它的构造特点和形成的背景与昌都盆地相同,两者的原始状态是相连的。由于喜马拉雅期的强烈挤压作用,它们的连续性遭到破坏。挤压变形最强的部位即是滇西红层“纳布”构造或推覆体群产生最显著的地段。

澜沧江华力西期沟弧褶皱系:包括澜沧江双断裂(⑧)及其之间所夹持的一套构造-沉积组合,如:他念他翁褶皱带(TT)、吉塘变质体(JT)、澜沧变质体(LA),还包括西南端的沧源孟连蛇绿混杂岩带(④)。夹持在澜沧江双断裂之间的地质体,自西向东有一个基本排列顺序,即地层时代西老东新,西部多为变质岩,中部常有酸性岩浆岩侵入,东部二叠系及部分三叠系夹有大量火山岩,推测双断裂带内原是华力西期海槽区或其中可能存在具洋壳性质的洋盆。闭合期,可能出现由西向东的俯冲碰撞作用,产生东侧断裂边缘的火山弧及内部的酸性岩浆带。印支期以后的陆内变形阶段,特别是喜马拉雅期的强挤压阶段,大体沿着这一构造带的边界产生双断裂。改造了带内及相邻地层的原来地质结构。

印度板块边缘

处于上述转换构造带之西,震旦-寒武纪时,主体为冒地槽沉积环境,奥陶纪(或晚寒武世)以后的古生界的沉积,形成地台的沉积环境。特别是晚石炭世至早二叠世地层具冈瓦纳相的某些特点,如出现冰海沉积的杂砾岩及杂砂岩,生物群具冷水动物群及舌羊齿与大羽羊齿植物群混生现象。中生代晚期,在本区内部发生裂解作用,出现北支的班公湖-丁青洋盆及南支的雅鲁藏布洋盆。燕山期的俯冲碰撞作用,这两个洋盆,自北而南,依次先后闭合,形成著名的两条蛇绿岩带。进入喜马拉雅期,由于强烈的陆内挤压作用,与转换构造带交换的澜沧江双断裂进一步发展,致使丁青蛇绿岩带(⑤)及夹在丁青蛇绿岩带之中

的嘉玉桥变质体(JY)皆被该双断裂叠截。

印度板块边缘,在三江地区,包括然乌保山(RB)、察隅腾冲(ZT)两个大块体,其间为察隅韧性推覆变质体(ZY)及高黎贡韧性推覆变质体(GL)所隔,这里即是所谓的怒江断裂带(⑩)出现的部位。

二、金属成矿带的划分

三江地区金属矿产的形成与本区地质构造的发展和岩浆活动有着极其密切的关系。根据这种关系,可划分如下成矿带(图1)。

(一)理塘义敦沟弧盆系成矿带:该成矿带夹持于甘孜理塘带及金沙江带之间,可划分三个矿带。

I.贡岭金矿带:位于沙鲁里岛弧褶皱带东南边缘的木里一带。它是一个古生界的分布区,称为贡岭隆起。这是一个金矿远景区,已发现两个金矿床和许多金矿点和异常区。

II.德格—义敦—中甸铜、铅、锌、金、银、汞、铁、锡钨矿带:位于成矿带中部,基本上是印支期火山岩分布区及中、新生代花岗岩分布区。矿化是伴随中、新生代构造—岩浆作用而发生的,形成一系列重要的金属矿产。1.与印支期火山岩,尤其是与酸性火山岩有关的呷村式黑矿型含金富银多金属火山热液型矿带。2.与印支期—喜马拉雅期中酸性侵入岩有关的斑岩型—矽卡岩型铜、铅、铁和以锡钨为主的多金属矿带。

III.金沙江东侧铅、锌、铜、金、汞、铋矿带:矿带靠近金沙江主断裂东侧,呈南北向一狭长带状的古生界隆起,即所谓“中咱地块”,主要发育于上寒武统和上二叠统中的铅锌矿床。它以层控热液型为主,另外还有热液型金矿、金铜矿及汞铋矿。

(二)金沙江沟弧系成矿带:处于金沙江主断裂以西至字嘎寺德钦断裂之间。

IV.江达—同普铁、铜、铅锌、银矿带:1.与上三叠统海相火山—沉积建造有关的菱铁矿、含铜磁铁矿、闪锌矿—(含银)方铅矿。2.与上三叠统海相火山—侵入—沉积建造有关的类玢岩铁矿。3.与上三叠统火山—侵入岩建造有关的热液型铁矿和铁铜矿。

(三)墨江沟弧系成矿带:它处于红河断裂(⑨)与思茅盆地之间。

V.墨江镍、铜、贵金属矿带:这是一个古生代形成的隆起区,有大量超基性岩、基性岩以及中酸性岩成带、成串分布,并与区内镍铜矿,尤其是与贵金属矿产有关,也是目前三江地区很有远景的贵金属成矿带。

(四)昌都—思茅中间地块成矿带:

VI.玉龙斑岩铜、铅、多金属、贵金属矿带:这是在三江地区,甚至在国内也是有远景的斑岩铜矿及多金属矿带。此矿带北起青海南部经西藏东部边界,矿化赋存于燕山晚期—喜马拉雅期浅—超浅成斑状小岩体中,以铜、铜铅为主,伴生金、银等多种元素。

VII.兰坪—思茅多金属、贵金属矿带:这里是指兰坪—思茅中、新生代盆地沉积区。发育层控热液型和沉积改造型铅锌矿、汞铋砷矿以及沉积型铜矿、金矿。

(五)澜沧江沟弧系成矿带:

VIII.类乌齐—左贡锡钨、贵金属、铁矿带:位于沟弧系之北段,即所谓的“北澜沧江带”,有发育于石炭系内的沉积变质—改造型铁矿带和上三叠统内的热液型锡钨矿带。

(六)保山—然乌块体成矿带:

IX.昌宁—临沧铁、铜、锡矿带:矿带内具有澜沧群变质岩系中的火山沉积变质铁矿。以古生代海相火山—沉积建造经后期改造的火劫龙铁(钴)矿、黄铁矿型铜矿以及锡矿为代表。

X.保山—耿马铅锌、汞铋砷矿带:有产于下古生界的沉积改造型铅锌矿(富银)、火山热液型、矽卡岩型以及热液脉型的汞铋砷矿。

(七)波密—腾冲块体成矿带:

XI. 波密—腾冲锡钨、稀有金属、多金属矿带：矿带主要位于云南西部边境，向北西延伸至西藏境内。这是三江地区锡钨多金属和稀有金属最为丰富的一个矿带，也是东南亚锡钨西矿带的北延部分。该带由东向西的变化规律是：成矿时期，从燕山期至喜马拉雅期；蚀变矿化类型，从矽卡岩型→云英岩型→石英脉型→伟晶岩脉型；成矿金属元素是以锡钨为主的铁铜铅锌→锡钨→含铌、钽的锡钨→铌钽铌钽为主含有锡钨。

三、构造与成矿的关系

在成矿作用研究中，人们认识到不同的构造发展时期、不同的构造运动方式，控制了沉积盆地的发

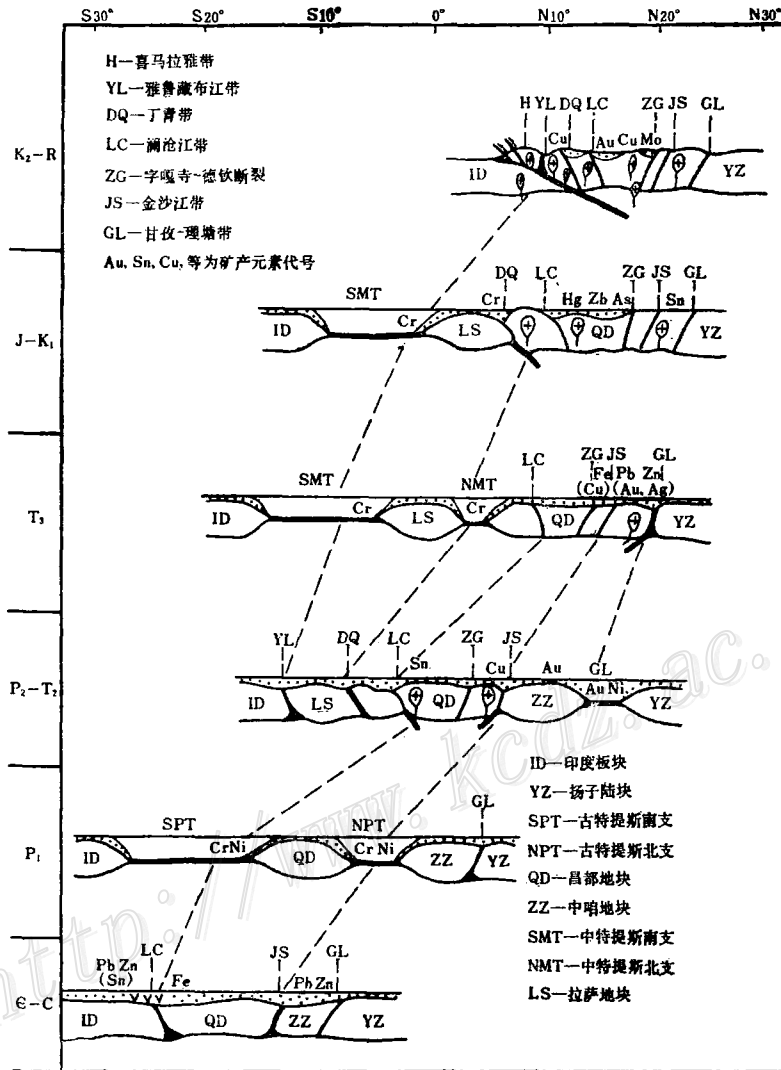


图 2 三江地区构造演化与成矿关系图

Fig.2. Tectonic evolution of Sanjiang region in relation to ore-forming process.

H—Himalayan belts; YL—Yarlungzanbojiang belts; DQ—Dingqing belts; LC—Lancangjiang belts; ZG—Zigasi—Deqing fault; JS—Jinshajiang belts; GL—Ganzi—Litang belts; ID—Indian plate; YZ—Yangtze landmass; SPT—Southern branch of Paleotethys; NPT—Northern branch of Paleotethys; QD—Qabdo landmass; ZZ—Zhongzha landmass; SMT—Southern branch of median Tethys; NMT—Northern branch of median Tethys; LS—Lhasa landmass.

育,控制了岩浆岩带的分布,岩体的侵位方式,并且控制了成矿带、矿田、矿床和矿体的形成和分布。三江地区的情况并不例外,但也有自身显著的特点。

(一) 构造演化阶段与成矿关系

追溯三江地区构造演化阶段与矿产形成,可如图2所示,分为六个阶段。

1. 前特提斯演化阶段($\epsilon-C$):在晚元古代晚期,三江地区处于扬子板块与印度板块之间,是以广大的、以冒地槽为主的沉积区,距今5—6亿年(晚泛非期)时初步固结,后经加里东期、早华力西期构造运动,地壳全面固结,成为上述两大陆块相连接的浅海环境。但是,自早石炭世维宪期开始出现的基性喷发事件,显示裂解和拉张的背景。本阶段形成矿产,主要有:①产于澜沧群之中的“惠民式”铁矿;②产于寒武纪地层中层控热液铅锌矿(如“中咱地块”);③产于泥盆纪地层中层控铅锌矿和汞矿(如保山块体);④沧源孟连带拉张型(或初期“裂谷”型)铅锌矿、铜矿及锡矿等。本阶段矿点分散,规模多为小型,少数中型,不占主要地位。

2. 古特提斯洋扩张阶段(P_1):晚石炭世末至早二叠世初,由地壳裂解—海底扩张,沿澜沧江带及金沙江带形成两支古特提斯洋。至整个早二叠世早期为洋壳带的最盛期,中夹昌都—思茅中间地块。成矿作用有小型镍、铬、钴、铂(钯)及金矿等。

3. 古特提斯闭合阶段(P_2-T_2):由于板块碰撞,两条古特提斯洋壳带几乎同时封闭,沿缝合带形成狭长的造山带及岩浆岩带、变质带。金沙江带以东的地区形成大片印支期海槽沉积区,甘孜理塘带发展成小洋盆。成矿作用有:①在澜沧江带东侧形成碰撞型含锡花岗岩;②金沙江带西侧有角斑岩型含铜黄铁矿化;③甘孜理塘带形成钽、镍、金等矿化以及甘孜理塘带以东的海槽沉积区中复理石层微粒金矿。

4. 碰撞后继阶段(T_3):随着碰撞带进一步发展,于金沙江带西侧产生卡尼克期的陆缘火山弧。甘孜理塘带于诺利克期俯冲,沙鲁里岛弧带褶皱成山。继后,东面的印支大海槽全面褶皱。印度板块边缘部位这时也沿丁青带及雅鲁藏布带于三叠纪末打开,进而发展成两支中特提斯洋。成矿作用有:①甘孜理塘带以东的广大印支褶皱,形成与同造山期花岗岩类有关的大型稀有矿产;②甘孜理塘带以西形成与沙鲁里火山岛弧带直接有关的大型富含银钾式铅锌矿;③金沙江带西侧的陆缘火山弧带形成加多岭式类玢岩(铜)矿;④在丁青带及雅鲁藏布带形成重要的豆荚状铬铁矿。

5. 中特提斯洋演化阶段($J-K_1$):丁青带及雅鲁藏布带于晚三叠世晚期,差不多同时打开,至侏罗纪—早白垩世发展成中特提斯洋盆。丁青带于中、晚侏罗世因碰撞作用而封闭,雅鲁藏布带则进一步扩张形成较大的洋盆。成矿作用有:丁青带东侧形成碰撞型锡矿;昌都盆地出现沉积型汞锑矿、铅锌矿化。

6. 中特提斯封闭及碰撞后继的陆内强挤压阶段(K_2-R):雅鲁藏布带于晚白垩世末,由于印度板块向北俯冲碰撞而封闭。继后印度板块进一步向北漂移,以此强大的侧压力产生“陆内俯冲”的挤压背景,地壳压缩加厚,进而形成当今的青藏高原。重要成矿作用有:①喜马拉雅及察隅腾冲地区形成碰撞型锡钨、稀有多金属矿;②冈底斯带的铜、金矿化;③玉龙成矿带的斑岩铜(钼)矿及斑岩金矿;④川西、滇西地区与斑岩有关的金矿;⑤滇西红层由沉积(加热气)—推覆作用形成的大型金顶式铅锌矿。

(二) 构造运动方式与成矿的关系

1. 拉张(或扩张)体制的成矿作用:如上所述,三江地区由东往西发育有如下蛇绿岩带:

甘孜理塘带:时代晚二叠世—三叠纪,产有与基性超基性岩有关的铁、锰、钛、镍、金等矿产。

金沙江带:时代早二叠世,仅出现有与基性超基性岩有关的铬、金矿化。

藤条江带:时代以早二叠世为主,有镍、铬、钴、铂、钯、铜、铁和石棉等矿化。

沧源孟连带:时代以早二叠世为主。在该带断续出露的基性超基性岩中,多处形成铜镍矿床。

丁青带:时代晚三叠世晚期至早、中侏罗世。在纯橄岩离体与斜辉橄辉岩接触带出现有铬矿化。

以上五条不同时期的蛇绿岩带,反映该区拉张的构造背景。由于洋盆扩张时限较短暂,只表现为中—慢速洋中脊扩张特征的较小洋盆,加之后期俯冲、碰撞消减之后强烈的陆内挤压,蛇绿岩套支离破碎,层序很不完整,所以未能形成价值较大的工业矿床。

在扩张体制中还有另一个成矿作用的例子，那就是在沧源孟连带保存下来的初期“裂谷”成矿组合。该带在早石炭世表现为较大规模的海底扩张，在海底高原和碳酸盐-火山台地上发生一系列中基性、基性火山岩喷发，产生以澜沧老厂式为代表的富银铅锌矿及伴生的其他硫化物矿床。老厂矿床明显受拉张期基性火山活动的火山口控制，矿体与每次火山旋回晚期的粗安岩、粗面岩及火山凝灰岩伴生，并赋存于破火山口环状断裂的断陷部位。

2. 沟-弧-盆体制的成矿作用：表现最明显的地区是理塘义敦沟弧盆褶皱系。那里出现有海沟带与蛇绿岩套有关的矿产；沙鲁里火山岛弧带是寻找铅锌银多金属矿产、斑岩铜矿、矽卡岩矿产及金、钨、锡、汞等矿产有利的部位；西侧出现的狭窄弧后断陷盆地（实际是次生扩张背景）也可能产生与岛弧配套的有远景的矿床。应该指出在沟弧盆褶皱之后，印支期的韧性剪切变形、燕山期的断裂岩浆活动、喜马拉雅期的陆内挤压，对已形成的矿床有着显著的叠加和改造，构成多期活动、复杂的成矿构造条件。下面仅对两个典型矿带作一剖析。

(1) 呷村式含金富银铅锌矿带：呷村矿带位于沙鲁里印支期岛弧褶皱带之上，含矿层位稳定，分布较广。矿带地层主要由上三叠统组成，由老到新，包括曲嘎寺组碎屑岩、灰岩夹玄武岩；图姆沟组（或称

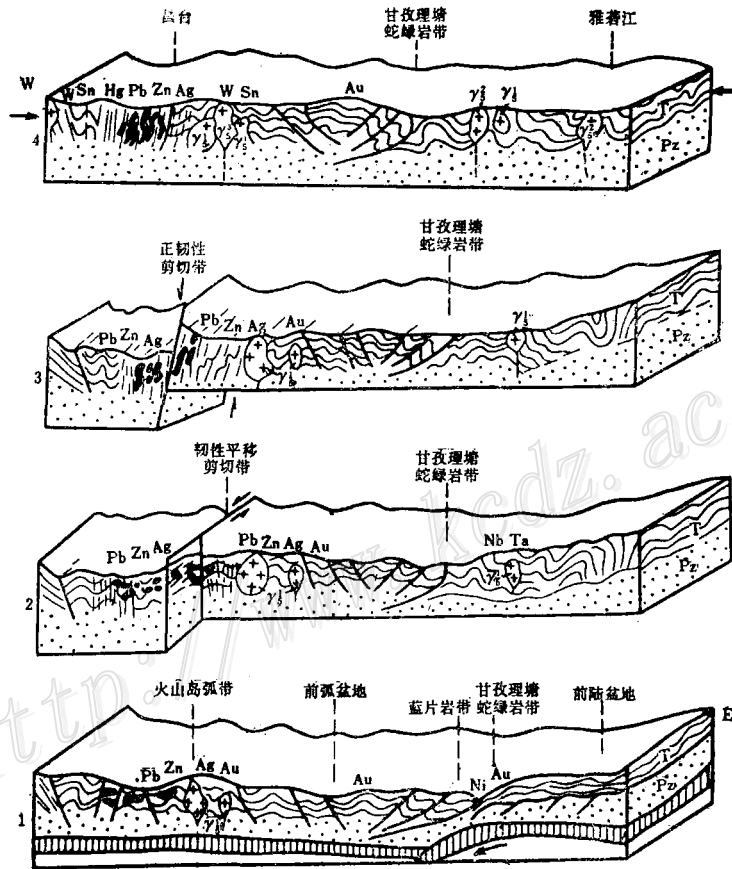


图 3 呷村式矿床成矿构造背景示意图
 1—3 为印支期；4 为晚燕山—喜马拉雅期；箭头方向示主应力方向
 Fig.3. Sketch block diagrams showing ore-forming structural background of Gacun type ore deposits.
 1—3 stand for Indosinian period and 4 for Yanshanian—Himalayan period; arrow indicates direction of principal stress.

呷村组)中酸性火山沉积岩,拉纳山组砂板岩。矿体主要赋存于图姆沟组岛弧火山建造中。它的成矿构造背景见图3。

图3之1,示甘孜理塘洋壳带诺利克早期由东向西俯冲作用,蛇绿岩带附近产生镍、金矿化,前弧盆地出现火山热液层控金矿化;火山岛弧带形成呷村式含金富银铅锌矿床(黑矿)。

图3之2,示蛇绿岩带以东的前陆盆地于诺利克晚期全面褶皱,同造山期花岗岩类侵入,产生大型稀有金属矿带。蛇绿岩带西面的岛弧区产生左行韧性平移剪切作用,呷村矿区的地层直立,矿床在剪切褶皱作用中加厚富集。

图3之3,示印支期末,在岛弧带发生陡倾的韧性正剪切作用,呷村矿床再次呈数倍的加厚富集,并且部分伴生金元素析出,在韧性剪切变形的围岩中呈独立金矿化出现。

图3之4,示燕山期至喜马拉雅期,陆内挤压变形,呷村矿床定型成现在的形态。在断裂岩浆带形成钨、锡矿床及热液型汞矿床。

(2) 杠日隆铅锌矿带:它处于岛弧带西侧狭窄的弧后盆地褶皱之中。矿床产于二叠、三叠系斜坡相灰岩中,矿化发育在碳酸盐岩类向浊流碎屑至泥质岩过渡岩相中。由于甘孜理塘带向西俯冲,产生岛弧西面的次生扩张背景。自台缘斜坡至较深水的盆地,由天水、地下水与含矿热液构成混合环流,沿同沉积的断裂上升到海盆底部而富集。这类矿床经后期多期次的断裂岩浆活动叠加改造变得更为富集。

3. 碰撞体制的成矿作用:三江地区经历了两次重要的板块活动,至使古特提斯、中特提斯相继闭合,并形成数条复杂的碰撞造山带。三江地区的碰撞体制表现在南、北两个大陆边缘及其之间各微地块的镶嵌和拼合,再加上后期陆内阶段强大的挤压作用使其破坏、变形、变位,所以比起典型的碰撞造山带来说,情况要复杂得多。成矿作用以腾冲小龍河及梁河癞痢山锡矿床为代表。含锡黑云母花岗岩及含锡斑状一中粗粒花岗岩形成年龄在50—80Ma之间,属高侵位于上石炭统勐洪群含砾板岩中的燕山晚期—喜马拉雅期侵入岩⁽⁴⁾,矿体呈密集脉群状,为那加山俯冲—碰撞带之东的后弧岩浆带中的产物。此外澜沧江带东侧的碰撞型含锡花岗岩也属此列。

4. 碰撞后继的成矿作用

(1) 陆缘火山弧带的成矿作用:以江达—同普陆缘弧火山岩带的成矿作用为代表。矿化形成与火山喷发后期的次火山岩侵入—喷发有密切关系。矿体产于钠长闪长玢岩体内部,岩体与火山沉积岩的接触带以及喷发沉积层中。此外还有火山—沉积型的铁(铜)多金属硫化物矿床。燕山期断裂岩浆活动的叠加,形成破碎带蚀变金矿及与中酸性侵入岩有关的砂卡岩铜、铁矿产。

(2) 陆内强挤压(或“陆内俯冲”)中的成矿作用 以玉龙斑岩铜矿带及相关地区的成矿作用为代表。首先要论述的是昌都—思茅盆地构造成矿背景。昌都—思茅一带作为古特提斯的中间地块,板块碰撞后,自印支期开始至白垩纪末,一直处于沉陷并接受以陆相为主的红色沉积物,厚达万米,因而具备了良好的成盐环境,也是层控铅、锌、银、汞、锑、砷、金等矿化出现的场所。

玉龙斑岩铜矿带位于昌都盆地东部上三叠统分布区内。它的主要特点有:①矿床产于始新世—渐新世中酸性斑岩体(二长花岗斑岩)及附近的围岩中;②矿化岩体及围岩具有一套特定的热液蚀变(如钾长石化、黑云母化、石英—绢云母化、粘土化及青磐岩化);③矿化岩体具细脉浸染状,分布均一,矿物间相互交代,矿化脉相互穿插现象普遍;④矿床中硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 值较小,接近于零,与陨硫接近;⑤矿化“流体包体”及其它矿物资料表明形成的温度为350—500℃,压力为100—150大气压;⑥矿床围岩具一定的层位和岩石建造,主要产于上三叠统甲丕拉组红色建造中;⑦矿床产出的具体构造以向斜中的小背斜为佳⁽⁵⁾。对于这一矿带及相关地区的成矿构造背景如图4所示。

晚白垩世末,雅鲁藏布缝合带形成不久,印度板块仍向北漂移,这种南来的强大挤压作用,使西藏及三江地区褶皱了的不同时代造山带,进一步缩短,从而引起上部地壳一系列的逆冲、叠瓦等断裂体系及推覆、滑脱构造,同时下部地壳发生犁式的“俯冲”作用。由于这种“陆内俯冲”,自喜马拉雅山系至三江地区大范围内形成两类花岗岩或对花岗岩带。它们往往具反向分布的特征,即是在距“俯冲”带较远的地

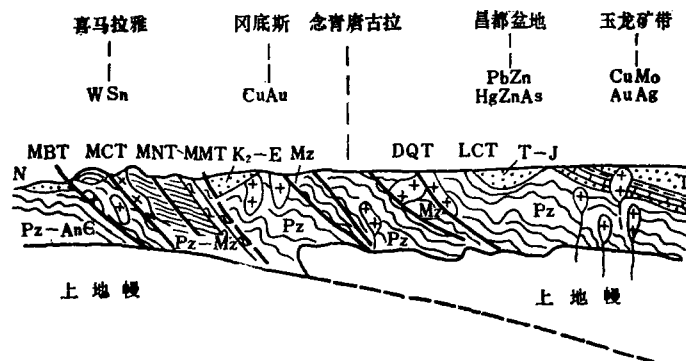


图4 玉龙斑岩铜矿带成矿构造背景示意图

Pz—AnG—古生界—前寒武系；Pz—古生界；Pz—Mz—古生界—中生界；Mz—中生界；T₃—上三叠统；T—J—三叠系—侏罗系；K₂—E—上白垩统—下第三系；N—上第三系；MBT—主边界断裂；MCT—主中央断裂；MNT—主北坡断裂；MMT—主幔断裂；DQT—丁青断裂；LCT—澜沧江主断裂；正十字为花岗岩类；斜×字为闪长岩类

Fig.4. Sketch geological section showing metallogenic structural background of Yulong porphyry copper ore belt.

Pz—AnG—Paleozoic—Precambrian; Pz—Paleozoic; Pz—Mz—Paleozoic—Mesozoic; Mz—Mesozoic; T₃—Upper Triassic; T—J—Triassic—Jurassic; K₂—E—Cretaceous—Lower Tertiary; N—Upper Tertiary; MBT—Fault along principal boundary; MCT—Major central fault; MNT—Major northern slope fault; MMT—Major mantle fault; DQT—Dingqing Fault; LCT—Lancangjiang major fault. Areas marked with + stand for granitoids, whereas those marked with x for diorite.

段，如玉龙成矿带，产生同熔型花岗岩类，当其侵入到一定地层（甲丕拉组）中形成巨大的斑岩铜矿，侵入到其他时代地层形成斑岩金矿及斑岩钼（铜）矿。靠近“俯冲带”或“双层”地壳构造带中，产生改造型花岗岩类，如冈底斯带，也形成一些较有远景的铜、金矿化。夹于双带或对花岗岩带之间，地表岩体出露较少的昌都盆地，层控铅锌矿及汞锑砷矿化进一步热液富集。“俯冲带”以南的喜马拉雅带，则出现碰撞型锡钨、稀有金属矿化，这与三江地区腾冲一带的锡钨、稀有金属矿带属一类。

5. 韧性剪切带、推覆构造与成矿的关系

(1) 韧性剪切带与成矿的关系：三江地区出现的数条巨大的韧性剪切带，主体发生在印支期，以平移剪切变形为主，至燕山晚期—喜马拉雅期再次活动。它们的多次活动对成矿作用有着密切的关系。

哀牢山北段的金矿带即是一个重要的代表。该矿带处于哀牢山韧性剪切带的西侧。据云南省地矿局研究⁽⁶⁾，金矿化产生于该带的变质超镁铁岩、硅泥质复理石层、变质中基性火山岩中，它们即是这里古特提斯封闭后的混杂岩带的重要成分。各矿床及矿点与矿化有关的硫($\delta^{34}\text{S}$)主要是混杂岩中的超基性岩和基性熔岩中的幔源硫，部分来自旁侧韧性变形带中的古老基性岩系。根据糜棱岩或糜棱岩化片麻岩折叠层组成的箭鞘褶皱、拉伸线理和杆状构造，说明哀牢山韧性剪切带以平移为主，运动方向既有左行又有右行，它们的先后关系和主次还未搞清。根据糜棱岩中变形矿物的重结晶作用，剪切带内普遍有重熔现象，剪切带形成的温度有高温650℃以上及中低温350—550℃两种情况，都可为金矿化创造良好的热动力条件。以上情况主要发生在印支期，至燕山晚期—喜马拉雅期的陆内强挤压阶段哀牢山带又叠加产生由东往西的韧性推覆变形。这种变形严重影响到西侧的金矿带，产生角砾岩带，局部见糜棱岩，并发育一系列冲断带和叠瓦带。由推覆构造所引起的次级北西向、东西向断裂及其派生的层间滑动，控制了矿床、矿体的分布，并使金矿化叠加富集。

值得提出的是，三江地区与韧性剪切带有关的金矿较普遍，川西贡岭矿带产生于韧性剪切带之中，有可能大型木里推覆构造使它再次富集。呷村独立金矿化的出现与那里韧性正剪切带有着密切的关系。此外金沙江韧性剪切带西侧也应是这类金矿产出的远景区。

(2) 推覆构造与成矿的关系: 三江地区的推覆构造及其与之伴随的走滑断裂是晚白垩世以来, 最特征的陆内挤压变形事件。

滇西北兰坪地区, 野外调查可见, 有一系列推覆构造群的存在。据云南省地矿局研究, 那里推覆带内部及其上下界面发育一系列的逆冲断层, 前缘带表现为主要由上三叠统三合洞组灰岩组成的滑覆岩块, 作为推覆滑移的润滑层是厚厚的石膏层及泥质层, 它们推覆于古新统云龙组之上。厚达千米的外来系统构成了这里老第三系盆地的覆盖屏蔽层。

贯穿兰坪金顶铅锌矿区的是沘江断裂, 它在古新世时作为这里断陷盆地的东界, 南北长达 120km, 向西陡倾斜, 为明显的同沉积张剪性断层。塌积相主要沉积在东侧, 沘江断裂附近, 冲积扇相自东向西撒开, 沉积中心自东向西迁移, 每一相层厚度向西变薄。矿区内自东部(沘江断裂附近)往西, 由金属硫化物, 黄铁矿-白铁矿-闪锌矿组合为主变为以方铅矿为主, 矿液总流向是由东往西、自下而上的, 所以沘江断裂亦是一条主干导矿断裂。由推覆构造形成的双层结构是金顶矿床的本质特征。上部的推覆-滑覆体作为屏蔽层。深源含矿热液自下而上, 由东往西构成溢流扩散, 形成层状-似层状有序性矿体; 下部具高孔隙度的滑塌沉积构成近源补给系统, 形成不规则状, 无序性矿体形态, 这即是金顶式热卤水溢流沉积矿床形成的构造背景^[5]。

6. 挤压变质条块中的叠加成矿: 三江地区处于韧性剪切带、推覆带及其走滑断层带之间的构造块体和变质条带, 如然乌保山块体、察隅腾冲块体、澜沧变质体、吉塘变质体、“中咱地块”、水洛河地层体等, 保留了前期层控矿床的基本面貌, 但又经后期强烈的陆内挤压, 受后期断裂岩浆活动的影响, 矿化有多次的叠加和改造。主要有两种金属矿产类型: 其一为多层位层控热液铅-锌以及汞、锑、砷矿床; 其二为风化淋滤型铝土矿、铁-铅-锌矿床。这些矿床, 无论矿体赋存的层位时代有多老, 但成矿期多数形成于燕山晚期-喜马拉雅期。

此外, 三江地区的若干变质条带大部分已转入到后期变形的构造体制之中, 所以成矿作用参予后期构造体制的严重色彩, 如“中咱地块”参予了后期弧后次生扩张环境的叠加成矿作用; 察隅腾冲块体叠加了喜马拉雅期碰撞型锡、钨、稀有多金属成矿作用等等, 上面的一些论述也有不少涉及到此问题, 此处不再一一列举。

综上所述, 在深入研究构造与成矿关系时发现, 三江地区大量有远景的矿产形成于板块俯冲、碰撞阶段以及后继的强挤压阶段。虽然在海槽发生期及洋壳打开阶段有一些矿产形成, 但毕竟这里洋壳发展的历史短暂, 海槽及洋盆褶皱封闭后又遭强烈的破坏, 所以这段时期所形成的矿产比起俯冲、碰撞及后继强挤压阶段居次要地位。

参 考 文 献

- [1] 刘宝田、江耀明、曲景川 1983 四川理塘-甘孜一带古洋壳的发现及其对板块构造的意义 青藏高原地质文集(12)
- [2] 侯立伟、付德明、戴丙春、肖一 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 青藏高原地质文集(13)
- [3] 陈炳蔚、王铠元、刘万焘、蔡振京、张勤文、彭兴阶、邱元正、郑延中等 1987 怒江-澜沧江-金沙江地区大地构造 中华人民共和国地质矿产部地质专报 五 构造地质、地质力学 第2号
- [4] 李永森、周伟勤、陈文明、史清琴、陈福忠 1986 怒江-澜沧江-金沙江地区重要金属矿产成矿特征及分布规律 中华人民共和国地质矿产部地质专报 四 矿床与矿产 第3号
- [5] 陈文明 1983 论玉龙斑岩铜矿与砂页岩型铜矿的内在联系及其成矿规律与找矿标志 青藏高原地质文集(13增刊, 三江矿床地质)
- [6] 罗君烈 1991 滇西特提斯的演化及其主要金属矿床成矿作用 云南地质 第10卷 第1期

TECTONISM AND METALLOGENESIS OF THE NUJIANG- LANCANGJIANG-JINSHAJIANG REGION (SANJIANG REGION)

Li Yongsen and Chen Bingwei

(Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing)

Abstract

Based on the data obtained in field survey, we have divided the Sanjiang region into three large tectonic elements, i. e., the western margin of Yangtze plate, the northeastern margin of Indian plate and the connective or transitional belt between them. Especially in the last belt, several ophiolite zones are developed as remains of the paleo-Tethys oceanic crust; late Variscan trench-arc system, Indosinian trench-arc-basin system and their corresponding deposition zones can be observed clearly. Another important feature lies in the existence of quite a few stratigraphic and metamorphic blocks of different ages among those zones, which have been turned into elongated and lozenge-shaped bodies of different sizes as a result of late compression and shearing.

Based on the newly-divided geotectonic framework and the internal relations between the metallogenic formation and the tectonic evolution, 11 major metallogenic zones are recognized in Sanjiang region. A study of the relationship between tectonic evolution and mineralization has led us to divide the ore-forming process into six major ore-forming stages, namely pre-Tethys, paleo-Tethys, collision, post-collision, Meso-Tethys, and inner-continental extrusion.

This paper also emphatically describes styles of tectonic movement and tectonic deformations related to mineralization such as splitting-seafloor spreading, subduction, collision, ductile shearing, napping and strike-slip faulting.