

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

藏东缘昌都大型复合盆地喜马拉雅期陆内 造山与成矿作用

唐菊兴^{1,2)}, 钟康惠¹⁾, 刘肇昌¹⁾, 李志军¹⁾, 董树义^{1,3)}, 张丽¹⁾

1) 成都理工大学, 610059; 2) 中国地质科学院, 北京, 100037; 3) 中国地质大学, 北京, 100083

内容提要: 研究藏东缘大型复合盆地喜山期陆内造山与成矿作用的目的是, 在于建立横断山型陆内碰撞造山构造模式、成岩成矿模式。根据地层接触关系、构造变形特征、矿床分布规律的研究, 证实盖层褶皱推覆运动发生在早喜马拉雅期; 盆地内的推覆(滑覆)构造圈闭、走滑断裂构造圈闭、走滑推覆脆-韧性剪切带圈闭、与造山带走向近直交的横向构造圈闭是主要的成岩、成矿空间。通过横断山型陆内造山动力学和喜山期成矿作用研究, 分别建立了“横断山型”陆内碰撞造山模式和藏东缘大型复合盆地的成岩成矿模式。

关键词: 横断山型; 成岩-成矿模式; 构造圈闭; 陆内造山; 复合盆地; 藏东

如果要讨论藏东缘昌都盆地喜山期陆内造山演化与成矿作用, 必须与昌都盆地晚三叠世以来的演化联系起来。尽管对于昌都盆地的性质, 不同的研究者研究的领域的不同, 认识也不一致(李兴增等, 1999; 刘增乾等, 1990, 1993; 罗建宁等, 1992; 莫宣学等, 1993; 潘桂棠等, 1990, 1997), 但刘肇昌等(1996), 唐菊兴(2003)等从古地貌、沉积建造、岩浆活动、岩石化学及岩石地球化学等方面论证了藏东缘昌都陆内裂谷的存在, 提出了该裂谷因中始新世末的早喜马拉雅运动而封闭, 发生陆内褶皱造山, 形成中生代陆内裂谷褶皱造山带。藏东缘巨大规模的有色、贵金属成矿, 与喜马拉雅期陆内造山作用密切相关。

1 昌都复合型裂谷盆地构造演化阶段

产出玉龙斑岩铜矿等重要矿床的昌都一思茅中新生代陆内裂谷褶皱系, 位于金沙江断裂带与澜沧江断裂带之间(图1), 主要是在以加里东褶皱为基底的昌都一思茅年轻陆壳地体的基础上发展起来的。晚古生代为位于此盆地东缘的江达—维西—绿春弧和西缘的妥坝—南佐—景洪弧之间的弧后海盆。二叠纪末海西运动和中三叠世末的印支运动分别使澜沧江和金沙江—哀牢山洋封闭, 保山—临沧地体与昌都地体先联合而后增生于扬子大陆西南缘(刘肇

昌等, 1996)。昌都陆内裂谷作用就发生在三江联合地体形成并增生于扬子大陆之后, 并向西扩展到澜沧江断裂西侧地区。对于印支期增生、碰撞事件而言是一个后造山陆内裂谷盆地。

了解昌都一思茅盆地自晚三叠世以来区域性广泛伸展作用的发生发展过程, 是解开盆地内成岩成矿的钥匙。

晚三叠世开始, 昌都一思茅地体(三江联合地体的一部分)东侧为甘孜—理塘洋向西俯冲形成的德格—中甸活动陆缘, 西侧为怒江洋的被动陆缘, 大陆地壳向东、西两侧运移, 昌都一思茅陆内裂谷作用得以发生, 进入陆内裂谷构造体制。早期(晚三叠世)为火山地堑阶段, 火山地堑与地垒相间排列, 不仅在盆地东、西两侧的江达、澜沧江地堑堆积巨厚的以酸性火山岩为主的双峰火山—磨拉石沉积, 而且沿盆地中部的车所—德钦地堑出现准洋壳型枕状玄武岩、细碧岩、石英角斑岩及次深海相放射虫硅质岩, 显示具陆间裂谷性质; 中期(侏罗纪—白垩纪)为岩石圈挠曲大型陆内拗陷阶段。从早侏罗世至中侏罗世, 沉积范围逐步扩大, 并向西扩展至澜沧江断裂以西的左贡等地区, 广泛发育陆相为主的红色碎屑岩沉积。晚期, 由于晚白垩世印度—欧亚板块碰撞的启动(标志着印度河—雅鲁藏布洋的渐趋关闭, 怒江洋因此而最终关闭, 冈底斯—波密—腾冲地体增生于扩大

注: 本文为“973”项目(编号 2002CB412607)、中国地质调查局项目(编号 70401154020)、中国地质调查局综合研究项目(编号 200110200010), (编号 200420190004); 四川省矿物学、岩石学学科基金联合资助成果。

收稿日期: 2006-06-14; 改回日期: 2006-07-28; 责任编辑: 郝梓国, 刘志强。

作者简介: 唐菊兴, 1964年生, 博士, 教授。矿产普查与勘探专业。通讯地址: 610059, 成都理工大学地球科学学院; Email: tjx@cdut.edu.cn。

的扬子大陆),陆内裂谷盆地萎缩,沉积范围逐步缩小。晚期(古新世—中始新世)昌都盆地抬升和走滑—全(兰坪—思茅)阶段;随着印度—欧亚板块的大规模、全面碰撞,陆内裂谷关闭,进入新生代碰撞造山的新阶段。

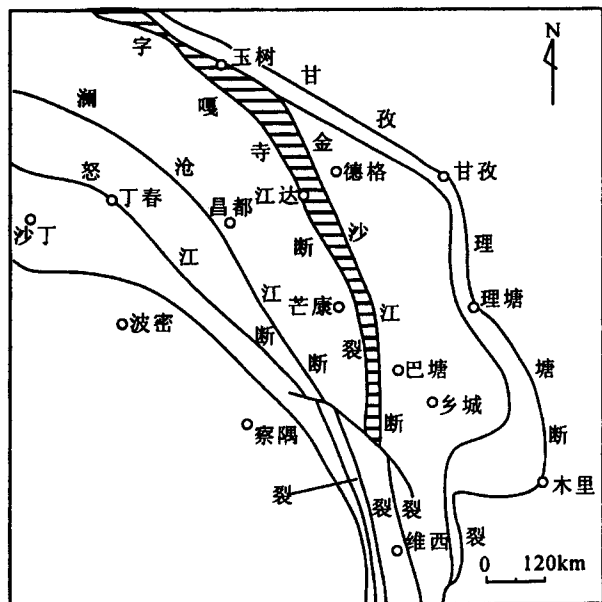


图1 昌都盆地的构造略图(阴影部分为昌都盆地)

Fig. 1 Sketch tectonics map of the Changdu basin

(Shadow section is the Jiangda tectonic belt)

2 喜马拉雅期陆内造山运动和变形特征

2.1 中新世的地层接触关系与构造运动

地层接触关系是判定一个地区褶皱造山运动的直接标志。区域性的角度不整合接触关系指示不整合面之下最新地层和其上最老地层所代表的地质时代之间时段发生过褶皱运动。

在藏东缘三江地区,代表喜马拉雅运动 I 幕的强烈角度不整合接触关系遍及全区(表1)。轻微—中等程度褶皱变形的上始新统一渐新统同造山磨拉石地层,角度不整合在强烈褶皱的古生界、中生界及古新统一中始新统地层之上。

在昌都地区,始—渐新统贡觉组红层不整合盖在褶皱的上古生界、三叠系、侏罗系及白垩系之上,缺乏古—始新统沉积。褶皱运动发生在晚白垩世末—中始新世末。鉴于与昌都盆地属同一构造单元的兰坪—思茅盆地,白垩系与古—始新统间为假整合接触,区域性不整合发生在中、上始新统之间,昌都

盆地的褶皱也应主要发生在中、晚始新世之间,形成昌都新生代褶皱造山带。

依据新生界各统间地层接触关系(见表1),昌都及整个三江地区喜马拉雅期构造运动可划为4幕,即中晚始新世间的 I 幕,渐、中新世间的 II 幕,中、上新世间的 III 幕和上、更新世间的 IV 幕。以构造运动为界,可将喜马拉雅构造阶段划为:早期($E_1-E_2^2$),中期($E_2^3-E_3$)。晚期(N_1-N_2)。最强烈的褶皱造山运动发生在 I 幕,其次在 II 幕,以形成遍及全区的连续的中等—紧闭褶皱及大规模走滑—推覆构造为特征。因此,本区的褶皱造山期应为包括 I、II 幕在内的早—中喜马拉雅期,新近纪的 III、IV 幕运动属后造山构造运动,以断块掀斜,差异性升降及局部轻微褶皱和大规模走滑构造为特征。

对昌都、车所—德格、多涌河—加多岭、丁钦弄、埃拉山等地区的构造测量,发现从始—渐新统贡觉红层到下三叠统的层理和泥盆系冬拉组、志留系散则组置换面理的褶皱,都具有基本相似的褶皱样式(图2),反映了喜马拉雅期 I、II 幕褶皱运动,不仅使中、新生代地层变形,而且波及深处的古生界层系,表明早—中喜马拉雅期陆内褶皱造山作用在本区构造演化中的极端重要性。

新生代喜马拉雅期的陆内造山作用(李兴振等,1999;刘增乾等,1990;莫宣学等,1993;潘桂棠等,1990;刘肇昌等,1996),是由于雅鲁藏布江洋闭合,印度板块与欧亚板块相互碰撞而引起,并使区内“古造山带”发生了构造叠加和改造作用。

2.2 早—中喜马拉雅期的构造变形特征

2.2.1 广泛的顺层剪切

昌都—思茅盆地的三叠系至古新统地层中,顺层剪切活动广泛而强烈,以构造透镜体化、劈理化、初糜棱岩化为特征;普遍具有早期逆冲剪切,晚期正滑剪切的特点;顺层剪切作用主要发生在36~38.4 Ma 间,是喜马拉雅运动 I 幕的产物(刘肇昌等,1996)。

2.2.2 线性褶皱构成的大复向斜

昌都—思茅喜马拉雅期褶皱系,总体呈 NW—SN—NW 向反 S 形延伸,长达1500 km,中段狭窄,南、北段变宽,最宽处200 km 以上。该褶皱带平面的整体组合形态是一个复式向斜。复式向斜轴部位于昌都、芒康、兰坪、思茅一线,枢纽呈反“S”形弯曲,起伏不平。核部出露最新的地层为白垩系(昌都地区)或古—始新统(兰坪—思茅)。

复向斜由一系列规模不等的次级褶皱组成。二

表1 三江地区第三系地层对比与构造阶段划分表

Table 1 Contrast of Tertiary and division of the tectonic stage in Nujiang, Lancuangjiang and Jinshajiang area

地区		腾冲-察隅		保山-澜沧		兰坪-思茅		昌都		川西		丽江-盐源		沉积-构造		构造阶段								
地层		第四系																						
上覆地层																								
新近系	上新统	上	芒棒组		羊邑组		福乐组		拉屋拉组		昌台组		三营组 盐源组		湖沼相含煤建造与玄武岩建造,产状变动轻微		晚	IV幕						
		下																						
	中新统	上											湖沼相含煤建造,轻微褶皱变形				期	III幕						
		中	南林组		孟旺组								双河组											
		下					三号沟组																	
古近系	渐新统		贡觉组(古琴)		木瓜河组(永德)		珠山组(昌宁)		老君山组 宝相寺组		勐腊组		贡觉组		热鲁组				丽江组		宁蒗组		山麓-河湖相红色磨拉石建造,中等程度褶皱变形	
		上																						
	始新统	中							果郎组		等黑组												陆内裂谷末期红色碎屑岩含盐建造,强烈褶皱变形	
		下							云龙组		勐野井组													
	古新统																							
下伏地层					C	T ₃	K		K		T ₃		T ₃											

注: 据云南地质矿产局(1995)岩相古地理集及1:20万区域调查资料综合。

级褶皱背、向斜同等发育相间排列, 轴向与褶皱带主体构造线近于平行, 背、向斜的规模一般长约100 km, 长宽之比大于5:1。规模较大的二级褶皱又是由更次级的背、向斜组成的。中、小型褶皱复杂, 同斜、倒转、紧闭褶皱发育。

2.2.3 对冲的逆冲推覆构造系

昌都盆地内及两侧的断裂构造十分发育, 以与区域构造线一致的纵向逆冲断裂为主。这些纵向逆冲断裂向褶皱系外部倾斜, 构成自东、西两侧向褶皱系内部逆推的对冲推覆构造系。

在裂谷褶皱系的东部, 受金沙江、哀牢山断裂向西逆冲推覆运动的影响, 形成一系列断面东倾、自东向西逆冲的推覆构造, 并成为金沙江、哀牢山巨型推覆构造体系的一部分。主推覆面为字嘎寺—德钦断裂带, 东倾, 倾角20°~70°不等。主推覆断裂面上的推覆体, 包括昌都地体基底的元古界深变质杂岩(雪龙山群、雄松群等)和浅变质的下奥陶统, 覆于基底

上的印支期褶皱的上古生界和中一下三叠统的弧火山-沉积岩系, 以及不整合在上述岩系之上的上三叠统火山-地堑沉积、侏罗系裂谷型红色碎屑岩系。卷入推覆体的岩层普遍强烈褶皱, 东倾的逆冲断层极为发育, 构成叠瓦构造, 局部有西倾的反逆冲断层。

在盆地的西部, 受澜沧江断裂向东逆冲推覆运动的影响, 形成一系列断面西倾, 自西向东逆冲的推覆构造。例如, 分布于左贡、类乌齐一带的北澜沧江推覆构造, 澜沧江断裂为主推覆断裂, 其上的推覆体主要为元古界、震旦—寒武系、上古生界、下一中三叠统及海西—印支花岗岩构成的印支期变质地体, 其上广泛覆盖有上三叠统一侏罗系裂谷红层, 构成昌都褶皱系内的具裂谷型盖层褶皱的变质地体推覆体。在南延的云南境内, 它们被始—渐新统磨拉石建造(珠山组)不整合覆盖, 且珠山组底部碎屑脉石英的ESR年龄为41.8 Ma(刘肇昌等, 1996; 钟康惠等, 2004), 表明大规模的裂谷盖层褶皱推覆运动发

生在早喜马拉雅期。

2.2.4 横向构造

中、新生代红层褶皱,除总体沿NNW—SN向延伸外,还叠加有与主轴线近直交的NE向构造,它不仅使SN向褶皱的枢纽发生有规律的倾伏和扬起,以致红层褶皱成长条状,短轴状或穹隆状,在昌都—妥坝之间,存在一系列NE向的褶皱,使NW向的褶皱群呈等距间列分布(朱介寿等,2002),而且,侵入岩带亦成NE分布,例如,玉龙斑岩群有成NE分布的态势,丁钦弄—池本复式侵入岩带、加多岭—仁达燕山期侵入岩带、江达—同普复式侵入岩带明显呈NE带状分布,上述三个岩带具有等距排列的趋势。这些横向构造很可能是深部存在NE向断裂构造的反映。

2.2.5 早—中喜马拉雅期构造应立场的初步分析

利用测量和收集到的昌都—德格褶皱数据,进行应力分析发现,引起昌都—德格不同层位和时代地层层理或置换面理变形应力优势方位基本一致, σ_1 为北东东—南西西至东西向, σ_2 为北北西—南南东至北西—南东向, σ_3 为高角度近直立(图3)。这些褶皱的优势应力方位基本一致,反映它们是在统一的区域应力场中形成的。这个统一的应力场特征,与印度—欧亚板块对该区的影响一致,进一步说明其是喜马拉雅期应力场区域构造应力作用的产物。

3 藏东横断山型陆内造山动力学

关于西南三江新生代造山动力学或机制,已提

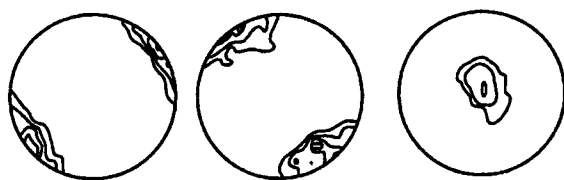


图3 昌都—德格地区主应力等值线图
(由左至右依次为 σ_1 、 σ_2 、 σ_3)

Fig. 3 Contours map of the principal stress in Changdu to Dege area (from left to right: σ_1 , σ_2 , σ_3)

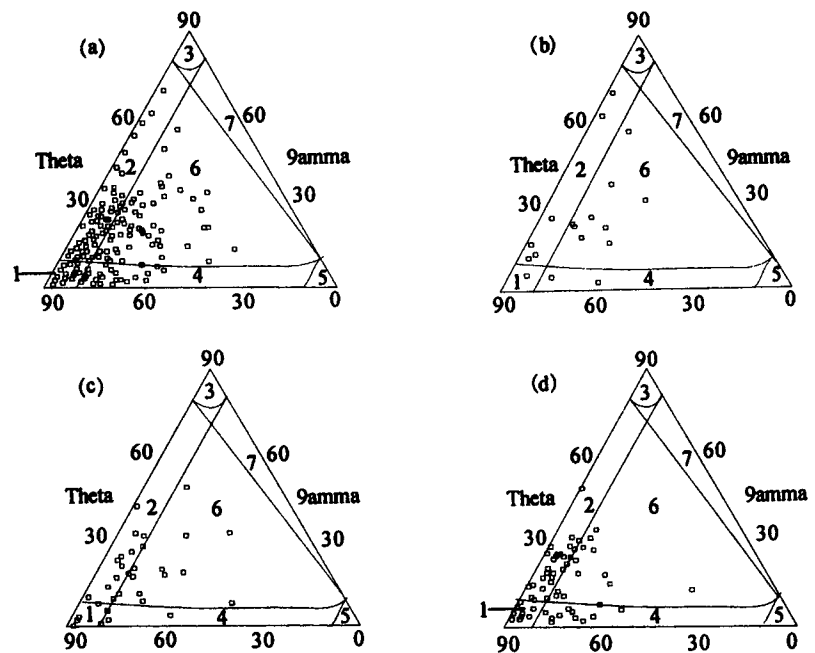


图2 江达—德格志留系—第三系褶皱分类图

Fig. 2 Classification map of folds in Silurian to Tertiary from Jiangda to Dege
(a)—志留系—第三系; (b)—江达组; (c)—贡觉组; (d)—波里拉组。 α —轴面倾角; β —枢纽侧伏角; γ —枢纽倾伏角。1—正常水平褶皱; 2—正常倾伏褶皱; 3—倾竖褶皱; 4—水平斜歪褶皱; 5—平卧褶皱; 6—斜歪倾伏褶皱; 7—斜卧褶皱
(a)—Silurian—Tertiary; (b)—Jiangda Formation; (c)—Gongjue Formation; (d)—Bolila Formation; α —Axial plane dip angle; β —Hinge rake angle; γ —Hinge plunging angle; 1—horizontal fold; 2—plunging-vertical fold; 3—plunging-vertical fold; 4—horizon-oblique fold; 5—recumbent fold; 6—oblique-plunging fold; 7—reclined fold

出多种模式,例如 Tapponnier 等(1976), England (1990)提出的挤出模式,认为印度大陆与欧亚大陆碰撞,使青藏高原表壳物质自西向东挤出(物质东移);潘桂棠等(1990)提出的“三分三重”模式;俞如龙(1996)的“上冲下楔”模式等。

在考虑藏东地区及整个三江地区新生代造山机制时,作者注意到下列基本地质事实。

(1) 陆内碰撞是通过印度大陆板块和扬子大陆板块两个大陆地幔岩石圈相向俯冲实现的(据刘肇昌等,1996),从而揭示了陆内碰撞的本质。

(2) 起伏不平的上地幔高导层的存在(朱介寿等,1997,2002,2003;周兵等,1991;蔡学林等,2002),意味着岩石圈下部的岩石圈—软流圈界面发生了褶皱变形,这些褶皱的轴向均近SN向,显示岩石圈—软流圈界面的褶皱变形是东、西两个大陆地幔岩石圈相向俯冲、相互挤压而引起的。

(3) 高地热场存在,且主要由高的地幔热流所引起,其热力作用无疑是新生代造山和成矿不可或

缺的因素。高热流作用,不仅使刚性的大陆岩石圈软化而得以强烈变形,而且使造山过程中壳幔物质交换能够大规模发生。在局部地区(如波密—腾冲地区),正是与高热流有关的花岗岩浆大规模侵入引起山脉的隆升,表明热力机制造山的重要性(钟大赉等,2000)。

(4) 分层次的“立交桥式”的造山带岩石圈结构和壳内高导低阻层的广泛发育,说明造山过程中,不仅是地壳,而且是整个岩石圈,在不同深度界面上的顺层剪切作用广泛而强烈(许志琴等,2004)。大陆岩石圈的变形是通过多层次顺层剪切拆离而实现的。

(5) 由于多个地体的拼贴,使地壳结构具有不均匀性和分块结构性,控制了新生代造山带结构、变形和演化。先存地体的边界断裂是新生代造山变形最活跃的地带。

(6) 昌都陆内裂谷褶皱造山带表壳几何学结

构,表明西南三江新生代造山过程中,不仅有强烈的水平挤压作用使表壳大规模缩短、逆冲、叠覆而使地壳极大地增厚,而且沿推覆扇中轴断裂的软流圈隆升导致表壳物质向两侧逆冲叠覆。因此,新生代陆内造山是水平方向上的压缩和垂直方向上软流圈隆起两者联合作用的产物。

(7) 表壳的变形和块体运动,经历了早喜马拉雅期褶皱推覆造山,中喜马拉雅期左行走滑逆冲造山和晚喜马拉雅期右行走滑挤出及高原裂解等过程。挤出模式主要发生在15 Ma 以后的晚喜马拉雅期(刘肇昌等,1996; Tapponnier et al., 1976; England et al., 1990)。

基于上述事实,认为与“喜马拉雅型”陆-陆碰撞造山作用在时间上和空间上相伴发生的“横断山型”陆内碰撞造山作用,本质上是大陆岩石圈碰撞作用

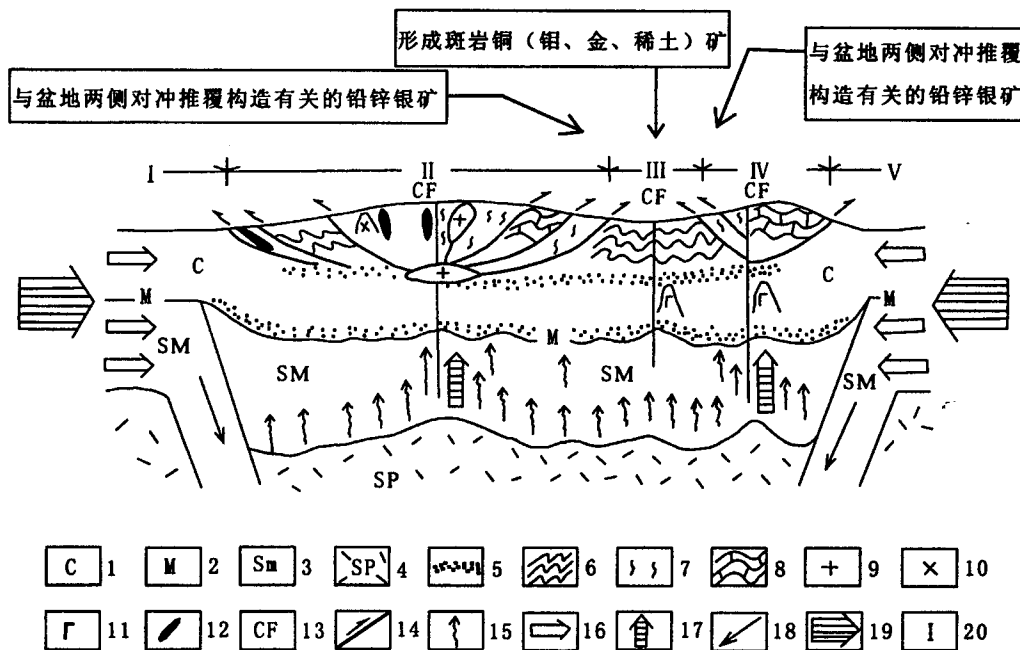


图4 横断山型陆内碰撞造山带形成及构造模式图

Fig. 4 Forming and tectonic model of the Hengduan Mountain type intracontinental collision orogen belt

1—大陆地壳;2—莫霍面;3—上地幔岩石圈;4—软流圈;5—壳内剪切带;6—新生代褶皱带;7—变质地体推覆带;8—亲陆地体盖层褶皱推覆带;9—碰撞型花岗岩;10—新生代岛弧型花岗闪长岩;11—偏碱斑岩;12—蛇绿岩套;13—中轴断裂带;14—逆冲推覆断裂;15—地幔热流;16—水平挤压力;17—垂直隆升力;18—大陆地幔岩石圈俯冲方向;19—大陆板块运动方向;20—构造单元;I—印度板块;II—滇缅推覆扇;III—昌都—思茅陆内裂谷褶皱带;IV—川滇推覆扇;V—扬子板块

1—Continental crust; 2—Moho surface; 3—upper mantle lithosphere; 4—asthenosphere; 5—intracrustal shear zone; 6—Cenozoic foldbelt; 7—nappe structure belt in the metamorphic terrain; 8—nappe structure belt of the cover folding in the close continental; 9—collision-type granite; 10—Cenozoic island-type granodiorite; 11—bias alkali porphyry; 12—ophiolite suite; 13—middle axle fault belt; 14—thrust nappe fault; 15—mantle thermal flow; 16—horizontal extrusion pressure; 17—vertical raised pressure; 18—subduction direction of the continental mantle lithosphere; 19—movement direction of the continental plate; 20—structural unit; I—India plate; II—Yunnan—Burma nappe fan; III—Changdu—Simao intracontinental rift fold belt; IV—Chuan—Yunnan nappe fan; V—Yangtze plate

下壳幔拆离、大陆地幔岩石圈相向俯冲引起的。这一模式可概括为:大陆地幔岩石圈相向俯冲作用下,机械力和热力造山机制结合,水平挤压力与垂向隆升力作用结合的“相向俯冲的两结合”陆内碰撞造山模式(图4)。早、中喜马拉雅期横断山型陆内碰撞造山作用,导致地壳叠覆增厚,引起高原隆升。在晚喜马拉雅期发生的走滑变形可用 Tapponnier 和 Molnar 的挤出模式来解释。

4 喜马拉雅期陆内造山体制下的成矿作用

新生代是本区金属矿床最重要的成矿时代

(Hou et al., 2003; 曾普胜等, 2006, 唐仁鲤等, 1995; 钟康惠等, 2004, Tang et al., 2000; Gu et al., 2003; 梁华英, 2002, 王登红等, 2002, 2005), 此期矿床的分布如地质特征见图5和表2。新生代的成矿, 发生在陆内造山体制下, 成矿作用的主要特征为:

4.1 喜马拉雅期陆内造山体制下成矿作用的主要特征

(1) 金属巨量聚集与陆内造山的一致性。在西南三江地区, 新生代金属矿床以规模巨大、金属巨量聚集为特征。已探明的玉龙铜矿、金顶铅锌矿、老王寨金矿、墨江硅酸镍矿等超大型金属矿床及勐腊超大

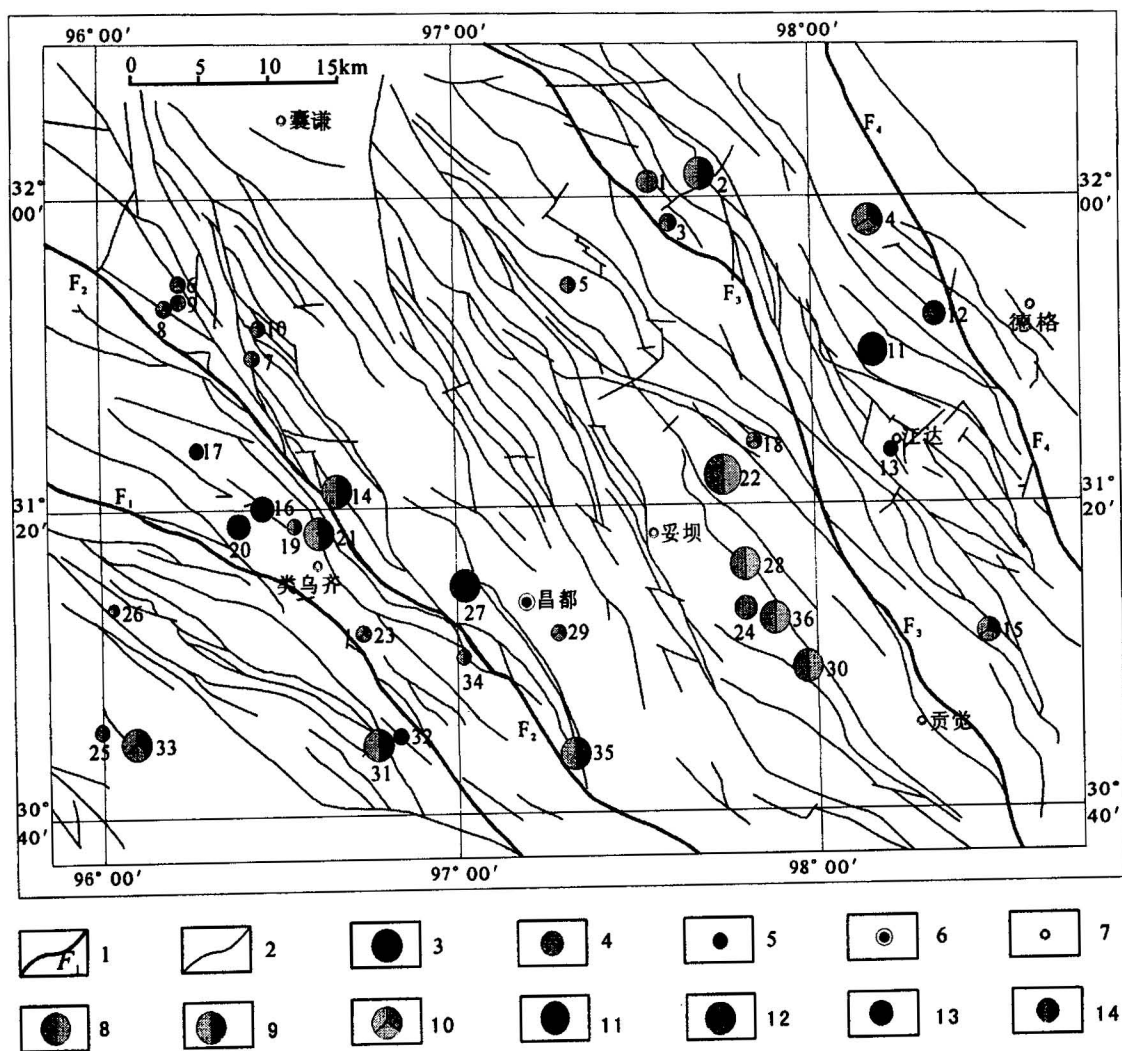


图5 藏东地区新生代内生金属矿床分布简图

Fig. 5 Simplified distribution map showing the Cenozoic endogenous metal deposit in the eastern Tibet.
1—主断裂及断裂代号; 2—小断裂; 3—大型矿床; 4—中型矿床; 5—小型矿床; 6—市名; 7—县名; 8—Cu-Mo 矿; 9—Pb-Zn 矿; 10—Hg-Sb-Au 矿; 11—Fe 矿; 12—As-Hg 矿; 13—Sn 矿; 14—Fe-Cu 矿; F₁—怒江断裂; F₂—澜沧江断裂; F₃—字嘎寺断裂; F₄—金沙江断裂
1—Main fault and its code; 2—minor fault; 3—large deposit; 4—medium deposit; 5—minitype deposit; 6—city name; 7—county name; 8—Cu-Mo deposit; 9—Pb-Zn deposit; 10—Hg-Sb-Au deposit; 11—Fe deposit; 12—As-Hg deposit; 13—Sn deposit; 14—Fe-Cu deposit; F₁—Nujiang river fault; F₂—Lancang river fault; F₃—Zigasi fault; F₄—Jinsha river fault

表2 昌都地区新生代内生金属矿床简表
Table 2 The Cenozoic edogenetic metal deposits in Changdu area, Tibet

序号	矿产地理位置	矿种	成矿地质特征	矿体规模	矿石品位	资源量	矿床规模成因类型	工作程度
1	江达县支日阿 97.526°, 32.063°	Pb Ag	矿化产于三叠系碎屑岩地层中沿泥质灰岩和结晶灰岩产生的断层破碎带	矿体7个 长22~60m 宽1~5m	Pb19.02% Zn1.56%	2.31万吨	中型 热液型	预查
2	江达县生达乡足那 97.633°, 32.081°	Pb Zn	矿化形成于查叶口组碎屑岩之断层破碎带中	矿(化)层 长1000m 宽300m	Pb1.76% Zn0.73%	Pb114.8万吨 Zn52.78万吨	大型 热液型	预查
3	昌都县巴塞克 97.565°, 31.988°	Pb Zn	上三叠统巴贡组板岩之断层破碎带中	矿体1个 长600m 宽2~3m	Pb33.88%~4.06% Zn29.07%~1.93% Ag62 g/t		小型 热液型	区调
4	江达县德登区丁钦弄 98.104°, 31.986°	Cu Ag	地层为江达组,矿体分布于岩体周围或远离岩体的大理岩与火山岩交界处及大理岩中	矿体2个 厚6~142 08m	Cu0.58%~0.62% Ag118.96 g/t Pb1.42%~2.07%	Cu48.46万吨 Ag3821.69吨 Pb101.42万吨	大型 斑岩型 矽卡岩型	预查
5	类乌齐县子多乡 97.367°, 31.708°	Pb Zn	形成于上三叠统甲丕拉组中部灰岩之断层破碎带中	矿体52个 长50~4000m 宽2~20m	Pb0.3%~3.48%		小型 热液型	区调
6	类乌齐甲桑卡日翁弄 96.206°, 31.835°	Ag	下第三系然木组和下白垩统老然组中的断层破碎带中	矿体3个 长250~300m 宽8~16m	Ag28~355.8 g/t Pb0.02%~2.37% Cu1.83%~3.5%	Ag114吨 Pb2.28万吨 Cu2.08万吨	小型 热液型	区调
7	类乌齐县吉多乡卓登杂 96.442°, 31.739°	Pb Zn	矿形成与下二叠统扎格涌组灰岩之断层破碎带中	矿体4个 长450~800m 宽18~60m	Pb2.965% Zn8.82%	Pb1.59万吨 Zn0.53万吨	小型 热液型	区调
8	类乌齐甲桑卡浪欠那 96.170°, 31.801°	Ag	下第三系东日杂组砂砾岩的断层破碎带中	矿体8个 长47~203m 厚2~17m	Ag43.8~927 g/t Cu0.23%~1.8% Pb0.18%~4.12% Zn0.22%~2.78%	Ag64.6吨 Cu0.32万吨 Pb0.73万吨 Zn0.62万吨	小型 热液型	区调
9	类乌齐甲桑卡孔莎村 96.219°, 31.793°	Cu Ag	下第三系然木组砂砾岩的断层破碎带中	矿体4个 长35~410m 厚0.3~12.5m	Ag26.7~75.16 g/t Cu0.22%~3.18%	Cu1.96万吨 Ag31.1吨	小型 热液型	区调
10	青海省囊谦县打旧村 96.560°, 31.791°	Pb Zn	上三叠统波里拉组灰岩的断层破碎带中	矿体2个 长156,194m 宽6.16~24.5m	Pb0.28%~2.2% Zn0.24%~4.52%	Pb1.41万吨 Zn0.16万吨	小型 热液型	区调
11	江达县同普乡加多岭 98.144°, 31.724°	Fe	矿化形成于闪长玢岩岩体西部及东部边缘的内外接触带	矿体28个 长数米~数百米 厚数米~161米	TFe22.09%~58.84%	9574万吨	大型 玢岩型	普查
12	江达县同普区仁达乡 98.271°, 31.733°	Fe Cu	矿产于岩体与大理岩捕虏体接触带及接触带附近大理岩与角岩接触部位	矿体群13个 长50~500m 宽10~100m	TFe13.14%~50% Cu0.3%~1.65%	Fe718.6万吨 Cu21.1万吨	中型 矽卡岩型	预查
13	江达县同普区假鲁弄 98.189°, 31.493°	Fe	矿赋存于闪长玢岩体外接触带的火山岩系中	多个矿体组成 宽0.5~30m 长15~50m	TFe43.18%~61.57%	152万吨	小型 矽卡岩型	初步 普查
14	类乌齐县宾达乡赵发涌 96.678°, 31.366°	Pb Zn	矿体产于波里拉组与里查组间的断层和里查组地层中	长650m 宽6~15m	Pb3.36% Zn27.95% Au2.3 g/t	Pb6.05万吨 Zn50.31万吨 Au4.12吨	大型 热液型	区调
15	江达县娘西乡颠达 98.229°, 31.431°	Pb Zn Au	矿化产于波里拉组与阿堵拉组接触部位破碎带中	含矿破碎带 长2000m 厚30m	Pb20.1% Zn18.42% Au5 g/t	Pb+Zn 23.5万吨	中型 热液型	预查

续表2

序号	矿产地位置	矿种	成矿地质特征	矿体规模	矿石品位	资源量	矿床规模成因类型	工作程度
16	类乌齐县类乌齐镇塞北弄96.454°,31.342°	Sn	矿体形成与三叠系碎屑岩组成的宽缓背斜的纵张裂隙中	4个矿化段单矿体 长10~300m 宽1~20m	Sn0.1%~3.8% 含W		中型 充填交代	详查
17	类乌齐县岗孜乡民清弄96.273°,31.528°	Fe	矿体赋存于吉塘群变质岩中,直接围岩为硅化黑云母闪长岩和白云质大理岩	矿体7个 长数米~185m 宽1~30m	TFe14.12%~62.68%		小型 充填交代	区调
18	江达县字呷乡格拉贡97.821°,31.496°	Pb Zn Ag	矿体赋存于上三叠统肯良组灰岩和确志杂组碎屑岩中的断层破碎带	矿体2个 长150m 厚26~60m	Pb0.21%~1.45% Zn0.21%~0.92% Ag7.53~34 g/t	Pb1.76万吨 Zn1.11万吨 Ag4.13吨	小型 热液型	区调
19	类乌齐县热扎卡接拉96.535°,31.301°	Pb Zn Ag	矿体赋存于上三叠统桑多组地层之断层破碎带中	矿体2个 长120~380m 厚5.7~22m	Pb0.1%~8% Zn0.55%~8.53% Ag1.67~72.22g/t	Pb2.24万吨 Zn2.24万吨 Ag17.5吨	小型 热液充填	区调
20	类乌齐县长毛岭乡摘龙96.386°,31.309°	Sn	矿体赋存于上三叠统砂板岩中裂隙或小断层贯入的石英脉及中酸性岩脉中	矿体2个 长20~200m 宽3~15m	Sn0.33%~1.09%	1.23万吨	中型 热液充填	预查
21	类乌齐县恩达乡南越拉96.682°,31.246°	Pb Zn	矿体赋存于上三叠统白云岩、灰岩及粉砂岩的断层破碎带中	矿体2个 长200~1000m 厚6~25m	Pb1%~25% Zn5.07%~47.57%	Zn5万吨	大型 热液型	预查
22	江达县青泥洞区玉龙弄97.733°,31.405°	Cu Mo	矿体赋存于喜马拉雅期二长花岗岩岩中,全岩矿化主矿体在外接触带,环状展布	Cu0.2%~2% Mo0.02%		大型 斑岩型	勘探	
23	类乌齐县滨达96.750°,31.033°	Sb Pb Cu Ag	矿体赋存与上三叠统桑多组和前泥盆系吉塘群中的断裂构造破碎带中	3个矿化破碎带 长600~2000m 宽5~40m	Sb2.31% Pb4.04% Cu1.42% Ag96.8g/t	Sb28.32万吨 Pb48.48万吨 Cu17.04万吨 Ag1161.1吨	中型 热液型	预查
24	昌都县妥坝乡莽总97.832°,31.188°	Cu	矿体赋于喜山期黑云二长花岗岩斑岩及外接触带中,斑岩体全岩矿化	矿体呈筒状 深埋39.5~219m	Cu0.1%~1.06%		大型 斑岩型	详查
25	洛隆县康沙村纳多弄95.996°,30.836°	Ag Pb Zn	矿体赋存于上三叠统孟阿雄群灰岩、白云岩内的断层破碎带中	矿体2个 长260~450m 厚2.15~4.35m	Pb1.43%~2.06% Zn0.46%~1.11% Ag8.82~19.35g/t	Pb1.7万吨 Zn0.37万吨 Ag12.56吨	小型 热液型	区调
26	丁青县桑堆乡根达卡96.022°,31.101°	Ag Pb Zn	矿体赋存于上三叠统孟阿雄群灰岩破碎带中	矿体长335m 厚1~2m	Ag8.33~18.75g/t Pb0.9%~2.11% Zn0.52%~1.08%	Ag1.95万吨 Pb2722吨 Zn1328吨	小型 热液型	区调
27	昌都县俄洛乡俄洛桥97.072°,31.150°	As Hg	矿体形成于由波里拉组构成的背斜扬起端的张性裂隙中,裂隙密集发育	矿体3个 长35~2000m 宽1~20m	As25.06%~41.95% Hg0.002%~0.5%	As9.76万吨	大型 热液充填	初步 普查
28	昌都县妥坝乡扎那杂97.785°,31.205°	Cu	矿体形成于喜山期花岗岩岩中,全岩矿化	矿体埋深8.32~232.53m,长1204m,宽666m	Cu0.29% Mo0.021%	Cu58.5万吨 Mo4.52万吨 Au5.98吨	大型 斑岩型	详查
29	昌都县加卡乡西岗97.194°,31.039°	Ag Pb Zn	矿化形成于波里拉组地层近南北向的断层破碎带中	矿体5个 长5~205m 厚1.3~8m	Ag36.99~161.11g/t Pb0.12%~47.98% Zn0.28%~5.56%	Ag13.09t Pb3.02万吨 Zn0.50万吨	小型 热液交代	区调

续表2

序号	矿产地位置	矿种	成矿地质特征	矿体规模	矿石品位	资源量	矿床规模成因类型	工作程度
30	察雅县扩大乡马拉松多 97.958°, 30.997°	Cu Mo	矿体赋存于喜山期黑云二长花岗岩斑岩及外接触带, 岩体全岩矿化	矿体1个 长950m, 宽800m 垂厚564.92m	Cu 0.35% Mo 0.014%	149.76万吨	大型斑岩型	详查
31	昌都县若巴乡干中雄 96.867°, 30.824°	Pb Zn	矿体赋存于上三叠统乱泥巴组结晶灰岩、大理岩中的断层破碎带	矿体4个 长400~2600m 厚12m	Pb 1.72%~2.8% Zn 1.82%~5.32	Pb+Zn 98万吨	大型热液型	预查
32	八宿县郭庆乡热敢沟 96.883°, 30.858°	Fe	矿体赋存于背斜翼部灰岩小断层破碎带及裂隙中	矿体8个 长30~300m 宽2~100m	TFe 37.27%~57.11%	239.8万吨	小型热液充填	初步普查
33	洛隆县康沙乡俄龙呷 96.021°, 30.676°	Hg Sb Au	矿体赋存于下白垩统黑色岩系中的断层破碎带	矿体2个 长400~1400m 厚2~4.5m	Hg 0.25% Sb 0.49%~3.67% Au 0.32~0.34g/t	Hg 5178吨 伴生 Au 2吨	大型热液型	预查
34	昌都县加卡乡包果卡 97.061°, 31.062°	Pb	矿体赋存于中侏罗统小索卡组地层中的北西向断层破碎带	矿体3个 长500~850m 厚1.7~4.7m	Pb 0.97%~2.52%	36667吨	小型热液型	区调
35	昌都县吉塘拉诺玛 97.326°, 30.829°	Pb Zn	矿脉形成于波里拉组下段灰岩中	主矿体1个 长1.7km 厚16.6m	Zn 3.61%; Pb 1.76%	Pb+Zn 102万吨	大型沉积-改造型	预查
36	贡觉县相皮乡多霞松多 97.874°, 31.081°	Cu Mo	矿体赋存于喜山期黑云母二长花岗岩斑岩内及外接触带, 岩体全岩矿化	矿体1个	Cu 0.36% Mo 0.021%		大型斑岩型	详查

型盐矿床,均形成于喜马拉雅期,且均分布于昌都—思茅陆内裂谷褶皱带及其旁侧走滑推覆构造带,显示金属巨量聚集与陆内造山的一致性,矿床的形成与陆内造山作用密切相关。

(2)新生矿床体系与叠加改造矿床体系并存。喜马拉雅期陆内造山作用,一方面,使先成矿床受喜马拉雅期构造、岩浆、变质作用叠加或改造形成新的工业矿体,构成叠加改造矿床体系。例如,与燕山期黑云母二长花岗岩(钾长石, Ar-Ar 坪年龄 157.41 ± 1.20 Ma)有关的丁钦弄铅锌矿床,矿化蚀变岩和矿石的石英 ESR 年龄为 $15.0 \sim 32.8$ Ma,表明喜马拉雅期陆内造山引起的叠加改造作用导致工业矿体的形成。另一方面,出现大量喜马拉雅期新形成的工业矿床,例如,与富碱斑岩有关的玉龙等铜、钼、金矿床,赋存于中—新生代红层中地下热水铜、铅、锌矿床与脆-韧性剪切作用有关的金矿床,以及类型多样的表生矿床。新生矿床,不仅类型多样,而且规模巨大,经济价值远高于叠加改造矿床。

(3)成矿作用与矿质来源的多样性。成矿作用的多样性,不仅表现为在大区域范围内,有斑岩成矿、花岗岩成矿、地下热水成矿,脆-韧性剪切成矿等多种类型,而且在同一个矿床内成矿作用也具多样性。

例如玉龙铜钼矿床中具有斑岩型、矽卡岩型、热液脉型及氧化淋滤型等多位一体的成矿特征。在矿质来源方面。不仅有大量源于大陆地壳的壳源矿质,而且有大量源于深部的壳-幔混源及幔源矿质。足够的深源矿质供应,是形成超大型矿床不可缺少的基本条件。例如,玉龙等斑岩型矿床,大量的地球化学和同位数研究结果表明,成矿岩浆和金属矿质均源于地幔或壳-幔混源(王登红等, 2002, 2005)。即使是产于中生代地层中的层控地下热水矿床,如金顶铅锌矿床,矿石铅同位数研究表明,铅锌矿质主要是幔源和壳幔混源,矿质来源的多样性,尤其来自深部的幔源、壳-幔混源矿质的存在说明,尽管陆内造山作用发生在大陆地壳形成之后,但是陆内造山作用的发生及造山过程中,壳-幔物质交换十分强烈而重要,从而从成矿角度,论证了本文提出的横断山型陆内碰撞造山动力学模型的正确性。

(4)成矿与构造变形的不可分割性。构造控制是喜马拉雅期陆内造山成矿作用最突出的特征。不仅成矿作用紧随陆内褶皱造山变形变质作用发生,在区域分布上受构造尤其是盆地东、西两侧的金沙江—哀牢山裂带及盆地中部的囊谦—芒康,兰坪—思茅中轴断裂带是重要的导矿断裂带。而且矿体总是

定位在陆内造山变形形成的具聚矿封闭特征的构造空间内。

矿体定位的构造类型多种多样,主要有:①逆冲推覆构造圈闭,如昌都盆地两侧的滇达、赵发涌、南越拉、干中雄等铅锌银矿床,分布在对冲的江达推覆构造带和澜沧江(类乌齐—左贡)推覆构造带;②走滑断裂构造圈闭,例如,金沙江—哀牢山断裂的大规模走滑运动导致偏碱斑岩的大规模侵入(毕献武等,1966,1997;陈文寄等,1992,1996),走滑伴生的背斜、向斜及次级断裂常常构成重要的构造圈闭,成为斑岩型铜、钼、多金属矿床的聚矿空间,形成玉龙、马拉松多、多霞松多、夏日多等矿床(Hou et al., 2003);③横向构造圈闭,如丁钦弄—池本、加多岭—江达、江达—同普等 NE 向侵入岩带及有关的金属矿床。这种与主构造线近于直交的横向构造,在形成主构造线的水平压应力作用下,表现为张性扩容构造,具有高渗透性和成矿流体运移的导向作用。与有利的容矿—屏蔽岩性组合相结合,往往导致成矿流体在小范围内巨量聚集,成为重要的聚矿构造。主要的横向聚矿构造类型有:横向逆冲断裂、横向背斜、横向向斜及横向背斜褶皱断裂等构造。

4.2 喜马拉雅期陆内造山体制下金属成岩成矿构造模型

依据本文提出的横断山型陆内造山动力学模型和陆内造山体制下成矿作用的主要特点,将本区的铜(钼、金)、铅锌等矿床的成岩成矿模型以图6来表

示。模型的含义为:

(1) 印度板块和扬子板块两个大陆地幔岩石圈相向俯冲导致横断山型陆内造山及相应的成矿作用。

(2) 大陆地幔岩石圈相向俯冲,导致岩石圈—软流圈界面起伏褶皱变形。在软流圈上隆部位,幔源的岩浆和矿质上涌,促使壳幔发生大规模物质交换。

(3) 大陆地幔岩石圈相向俯冲,使表壳大规模缩短,形成大规模的推覆构造,以及由于青藏高原表壳物质向东南挤出产生大型走滑构造。

(4) 表壳的推覆、走滑形成的有利矿源聚集的聚矿构造与上三角的幔源、壳-幔源成矿流体相结合,导致金属的巨量聚集,形成各类金属矿床。

5 结论

综上所述,昌都盆地在喜马拉雅期陆内造山体制下的成矿作用可以概括为:裂谷体制转换为陆内造山过程中的物质聚集,构造圈闭控岩控矿,叠加改造富集成矿,矿床类型复杂、规模巨大。

陆内造山过程是从壳内缩短、壳内剪切重熔、碰撞型花岗岩浆侵入活动开始,以强烈变形变质作用告终。陆内造山的特征显示,与一般的褶皱造山带花岗岩侵入在后的特点不同的是:横断山型造山,首先是碰撞作用下的热力机制,随后是动力机制。大规模的热活动,使陆壳变软是后期大规模强烈变形的原因。本文建立的“横断山型”陆内碰撞造山模式,提出

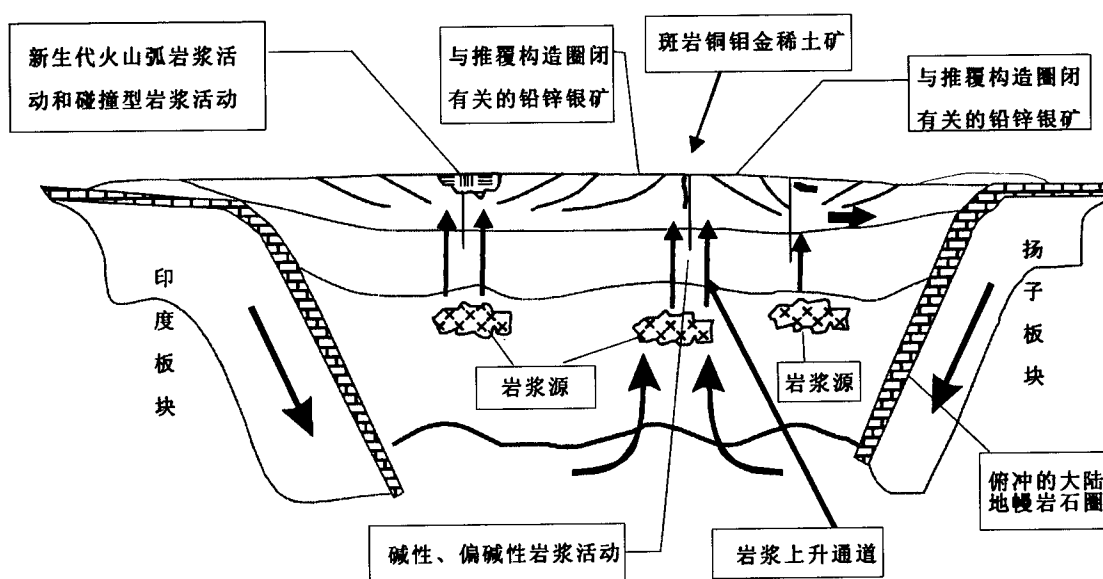


图6 三江陆内造山体制下斑岩铜(钼、金)矿、铅锌矿的成岩成矿构造模式图

Fig. 6 Diagenetic metallogenic and tectonic model of the porphyry Cu (Mo, Au) deposit and Pb-Zn (Ag) deposit

“横断山型”陆内碰撞造山是一个在大陆地幔岩石圈相向俯冲作用下,机械力和热力造山机制结合,水平挤压力与垂向隆升力作用结合的“相向俯冲的两结合”陆内碰撞造山模式。早、中喜马拉雅期横断山型陆内碰撞造山作用,导致地壳叠覆增厚,引起高原隆升。

与此同时,藏东缘大型复合盆地的成岩成矿模式具有“双冲”的特点,即印度板块的向北、北东俯冲,扬子板块的向西俯冲。由于印度板块和扬子板片的双冲,一方面,使软流圈减压熔融上涌,促使壳幔发生大规模的物质交换;另一方面,表壳在喜山早期发生昌都盆地两侧向盆地中央的构造推覆。这种带压扭性质的走滑推覆可以构造良好的圈闭构造,为成岩、成矿准备了不可多得的空间。

构造圈闭控矿是藏东缘喜马拉雅期成矿作用的最突出的特色。不仅成矿作用紧随褶皱造山变形变质作用发生,在分布上受构造(尤其是断裂构造带)的控制,而且矿体总是定位在构造变动形成的一定的构造空间内。矿体定位的构造类型多种多样,主要有:推覆(滑覆)构造圈闭控矿(如金顶等、滇达铅锌矿、类乌齐北段铅锌成矿带)、走滑断裂构造圈闭控矿(如玉龙等)、走滑推覆脆-韧性剪切带圈闭控矿(如哀牢山金矿带)、与造山带走向近直交的横向构造圈闭控矿(如金顶等)等类型。

参 考 文 献

- 毕献武,胡瑞忠. 1997. 墨江金矿成矿流体的形成演化机制. 地质论评, 43(4): 381~387.
- 毕献武,胡瑞忠,何明友. 1996. 哀牢山金矿带的成矿时代及其成矿机制探讨. 地质地球化学, (1): 94~97.
- 蔡学林,朱介寿,曹家敏,严忠琼,阳正熙,洪学海. 2002. 东亚西太平洋巨型裂谷体系岩石圈与软流圈结构及动力学. 中国地质, 29(3): 234~245.
- 陈文奇,哈里森 T M,洛弗拉 O M. 1992. 哀牢山—红河剪切带的热年代学研究——多重扩散域模式的应用实例. 地震地质, 14(2): 121~128.
- 陈文奇,李齐,汪一鹏. 1996. 哀牢山—红河左旋走滑剪切带中新世抬升的时间序列. 地质论评, 42(5): 385~390.
- 季建清,钟大赉,张连生. 2000. 滇西南新生代走滑断裂运动学、年代学、及对青藏高原东南部块体运动的意义. 地质科学, 35(3): 336~349.
- 梁华英. 2002. 青藏高原东南缘斑岩铜矿成岩成矿研究取得新进展. 矿床地质, 21(4): 365.
- 罗建宁,张正贵,陈明,等. 1992. 三江特提斯沉积地质与成矿. 北京: 地质出版社, 1~231.
- 林舸,范蔚茗,尹汉辉. 1991. 中国滇西兰坪—思茅地洼盆地中轴断裂带的初步研究. 大地构造与成矿学, 15(1): 15~21.
- 李兴振,刘文均,王义昭,等. 西南三江地区特提斯构造演化与成矿(总论). 北京: 地质出版社, 1999. 1~276.
- 刘增乾,李兴振,叶同庆,等. 三江地区构造岩浆带的划分与矿产分布规律. 北京: 地质出版社, 1993. 1~246.
- 刘增乾,徐宪,潘桂棠,等. 怒江—澜沧江—金沙江地区大地构造. 北京: 地质出版社, 1990. 1~174.
- 刘肇昌,李凡友,钟康惠,等. 1996. 扬子地台北缘构造演化与成矿. 成都: 电子科技大学出版社, 165~219.
- 马鸿文. 1994. 藏东玉龙斑岩铜矿带花岗岩类与成矿. 北京: 中国地质大学出版社, 1~158.
- 莫宣学,路凤香,沈上越,等. 1993. 三江特提斯火山作用与成矿. 北京: 地质出版社.
- 潘桂棠,陈智梁,李兴振,等. 1997. 东特提斯地质构造形成演化. 北京: 地质出版社, 14~128.
- 潘桂棠,王培生,徐耀荣,等. 1990. 青藏高原新生代构造演化. 北京: 地质出版社, 14~163.
- 唐仁鲤,罗怀松. 1995. 西藏玉龙斑岩铜(铅)矿带地质. 北京: 地质出版社, 1~320.
- 王登红,陈毓川,徐珏,等. 2005. 中国新生代成矿作用. 北京: 地质出版社, 316~441.
- 王登红,杨建民,闫升好. 2002. 西南三江新生代矿集区的分布格局及找矿前景. 地球学报, 23(2): 135~140.
- 许志琴,姜枚,杨经绥,薛光琦,宿和平,李海兵,崔军文,吴才来,梁凤华. 2004. 青藏高原的地幔结构: 地幔羽、地幔剪切带及岩石圈俯冲板片的拆沉. 地学前缘, 11(4): 329~343.
- 周兵,朱介寿,秦建业. 1991. 青藏高原及邻近区域 S 波三维速度结构. 地球物理学报, 34(4): 426~441.
- 朱介寿,曹家敏,李显贵,周兵. 1997. 中国及其邻区地球三维结构初始模型的建立. 地球物理学报, 40(5): 627~650.
- 朱介寿,曹家敏,蔡学林,严忠琼. 2003. 中国及邻近陆域海域地球内部三维结构及动力学研究. 地球科学进展, 18(4): 497~503.
- 朱介寿,曹家敏,蔡学林,严忠琼,曹小林. 2002. 东亚及西太平洋边缘海高分辨率面波层析成像. 地球物理学报, 45(5): 646~666.
- 钟大赉,丁林,刘福田,刘建华,张进江,季建清,陈辉. 2000. 造山带岩石层多向层架构造及其对新生代岩浆活动的制约——以三江及邻区为例. 中国科学(D辑), 30(12): 1~8.
- 钟康惠,梁兴中,刘肇昌,舒良树,李凡友,施央申,唐菊兴. 2004. 藏东三江构造带云南段 α 石英热活化 ESR 定年及新生代构造事件. 地质通报, 23(12): 1231~1237.
- England P, Molnar P. 1990. Right-lateral shear and rotation as the explanation for strike-slip faulting in eastern Tibet. Nature, 344: 141~142.
- Bi Xianwu, Hu Ruizhong. 1997. The mechanism for formation and evolution of ore fluids of the Mojiang gold deposit, Yunnan. Geological Review, 43(4): 381~387 (in Chinese with English abstract).
- Bi Xianwu, Hu Ruizhong, He Mingyou. 1996. Metallogenic mechanism and mineralogenetic epoch of the Ailaoshan gold belt. Geology Geochemistry, (1): 94~97 (in Chinese).
- Cai Xuelin, Zhu Jieshou, Cao Jiamin, Yan Zhongqiong, Hong Xuehai. 2002. Structure and dynamics of lithosphere and asthenosphere in the gigantic East Asian—West Pacific rift system. Chinese

- Geology, 29(3): 234~245 (in Chinese with English abstract).
- Chen Wenji, Harrison T M, Lovera O M. 1992. Thermochronology of the Ailaoshan—Red River shear zone—a case study of multiple diffusion domain model. *Seismology and Geology*, 14(2): 121~128 (in Chinese with English abstract).
- Chen Wenji, Li Qi, Wang Yipeng. 1996. Miocene diachronic uplift along the Ailao Mountains—Red River left-lateral strike-slip shear zone. *Geological Review*, 42(5): 385~390 (in Chinese with English abstract).
- Hou Z Q, Ma H W, Khin Zaw, et al. 2003. The Yulong porphyry copper belt: product of large-scale strike-slip faulting in Eastern Tibet. *Econ. Geol.*, 98(1): 125~145.
- Ji Jianqing, Zhong Dalai, Zhang Liansheng. 2000. Kinematics and dating of Cenozoic strike-slip faults in the Tengchong area, West Yunnan: Implications for the block movement in the southeastern Tibet Plateau. *Geological Science*, 35(3): 336~349 (in Chinese with English abstract).
- Liang Huaying. 2002. The new study development about diagenism and metallogenic of the porphyry copper deposit, Southeastern Tibet. *Mineral Deposits*, 21(4): 365 (in Chinese).
- Luo Jianning, Zhang Zhenggui, Chen Ming, et al. 1992. Sanjiang (Nujiang River—Jinsha River—Lancang River) Tethyan sedimentary geology and related mineralization. Beijing: Geological Publishing House, 1~231 (in Chinese with English abstract).
- Lin Ge, Fan Weiming Yin Hanhui. 1991. Primary study on the longitudinal axial fracture zone on the Lanping—Simao basin of Diwa type, Western Yunnan Province, China. *Geotectonica et Metallogenia*, 15(1): 15~21 (in Chinese with English abstract).
- Li Xingzeng, Liu Wenjun, Wang Yizhao, et al. 1999. Sanjiang (Nujiang River—Jinsha River—Lancang River) Tethyan tectonic evolution and related mineralization in the southwest of China. Beijing: Geological Publishing House, 1~276 (in Chinese with English abstract).
- Liu Zengqian, Li Xingzeng, Ye Qingtong, et al. 1993. Distribution regularities of the minerals and dividing of the tectonic-magmatite belts of the Sanjiang (Nujiang, Lancangjiang and Jinshajiang) Region, China. Beijing: Geological Publishing House, 1~246 (in Chinese with English abstract).
- Liu Zengqian, Xu Xuan, Pan Guitang, et al. 1990. Geotectonic of the Sanjiang (Nujiang, Lancangjiang and Jinshajiang) Region, China. Beijing: Geological Publishing House, 1~174 (in Chinese with English abstract).
- Liu Zhaochang, Li Fanyou, Zhong Kanghui, et al. 1996. Mineralization and tectonic evolution of the west margin in the Yangtze platform. Chengdu: Press of the University of electronic science and technology of China, 165~219.
- Ma Hongwen. 1994. Granitoid and mineralization of the Yulong porphyry copper belt in eastern Tibet. Beijing: Press of China University of Geosciences, 1~157 (in Chinese with English abstract).
- Mo Xianxue, Lu Fengxiang, Shen Shangyue, et al. 1993. Sanjiang (Nujiang River—Jinsha River—Lancang River) Tethyan Volcanism and Related Mineralization. Beijing: Geological Publishing House, 1~267 (in Chinese with English abstract).
- Pan Guitang, Chen Zhiliang, Li Xingzeng, et al. 1993. Evolution and formation of the geological tectonic in the east Tethys. Beijing: Geological Publishing House, 14~128. (in Chinese with English abstract).
- Pan G T, Wang P S, Xu Y R, et al. 1990. Cenozoic tectonic evolution of the Qinghai—Tibetan plateau. Beijing: Geological Publishing House, 14~163. (in Chinese with English abstract).
- Tang J X, Wang C S, Gu X X, Chen J P, et al. 2000. Sedimentary, magmatic and tectonic constraints on the formation of the Yulong super-large porphyry copper polymetal deposit, East Tibet. *Earth Science Frontiers*, 7(Suppl): 433.
- Tang Renli, Luo Huaisong. 1995. The geology of Yulong porphyry copper (molybdenum) ore belt, Xizang (Tibet). Beijing: Geological Publishing House (in Chinese with English abstract).
- Tapponnier P, Molnar P. 1976. Slip-line field theory and large scale continental tectonics. *Nature*, 264(5584): 319~324.
- Wang Denghong, Chen Yuchuan, Xu Jue, et al. 2005. Cenozoic Mineralization in China. Beijing: Geological Publishing House, 316~441 (in Chinese with English abstract).
- Wang Denghong, Yang Jianmin, Yan Shenghao. 2002. Cenozoic ore concentration areas in the Sanjiang region, SW China: Tectonic setting and exploration. *Acta Geoscientia Sinica*, 23(2): 135~140 (in Chinese with English abstract).
- Xu Zhiqin, Jiang Mei, Yang Jingsui, Xue Guangqi, Su Heping, Li Haibing, Cui Junwen, Wu Cailai, Liang Fenghua. 2004. Mantle structure of Qinghai—Tibet Plateau: Mantle plume, mantle shear zone and delamination of lithospheric slab. *Earth Science Frontiers*, 11(4): 329~343 (in Chinese with English abstract).
- Gu X X, Tang J X, Wang C S, Chen J P. 2003. Himalayan magmatism and porphyry copper-molybdenum mineralization in the Yulong ore belt, East Tibet. *Mineralogy and petrology*, 78: 1~20.
- Zhou Bin, Zhu Jieshou, Qin Jianye. 1991. Three-dimensional shear velocity structure beneath Qinghai—Tibet and its adjacent area. *Chinese Journal of Sinica*, 34(4): 426~441 (in Chinese with English abstract).
- Zhu Jieshou, Cao Jiamin, Li Xiangui, Zhou Bing. 1997. The reconstruction of preliminary three-dimensional earth's model and its implications in China and adjacent regions. *Chinese Journal of Geophysics*, 40(5): 627~650 (in Chinese with English abstract).
- Zhu Jieshou, Cao Jiamin, Cai Xuelin, Yan Zhongqiong. 2003. Study for three-dimensional structure of earth interior and geodynamics in China and adjacent land and sea regions. *Advance in Earth Sciences*, 18(4): 497~503 (in Chinese with English abstract).
- Zhu Jieshou, Cao Jiamin, Cai Xuelin, Yan Zhongqiong, Cao Xiaolin. 2002. High resolution surface wave tomography in East Asia and West Pacific marginal seas. *Chinese Journal of Sinica*, 45(5): 646~666 (in Chinese with English abstract).
- Zhong Dalai, Ding Lin, Liu Fengqing, Liu J H, Zhang J J, Ji J Q, Chen H. 2001. The poly-layered architecture of lithosphere in the

orogen and its constraint on Cenozoic magmatism. Science in China, 30: 1~8 (in Chinese).

Zhong Kanghui, Liang Xingzhong, Liu Zhaochang, Shu Liangcai, Li Fanyou, Shi Yangshen, Tang Juxing. 2004. Heat-activated ESR

dating of a quartz and Cenozoic tectonic events in the Yunnan segment of the Sanjiang tectonic zone, eastern Tibet. Regional Geology of China, 23(12): 1231~1237 (in Chinese with English abstract).

Intracontinent Orogen and Metallogenesis in Himalayan Epoch: Changdu Large Composite Basin, Eastern Tibet

TANG Juxing^{1,2)}, ZHONG Kanghui¹⁾, LIU Zhaochang¹⁾, LI Zhijun¹⁾, DONG Shuyi^{1,3)}, Zhang Li¹⁾

1) *College of Earth sciences, Chengdu University of Technology, 610059*

2) *Chinese Academy of Geological Science, Beijing, 100037*

3) *Chinese University of Geology, Beijing, 100083*

Abstract

The study destination of intracontinent orogen and metallogenesis in Himalayan epoch of the large composite basin, East Tibet is to establish the tectonic model and the diagenesis-metallogenesis model on Hengduanshan type Intracontinent collision orogen. It is proved that the cover folding nappe would be in the early Himalayan epoch by the research of the stratum contact relation, the tectonic deforming characteristic and the ore control factor. The main diagenism, metallogenic spaces are the trap of the nappe structure, of the strike-slip structure, of the strike-slip nappe brittle-ductile shear belt and of the cross structure orthogonal with the strike of the orogenic belt. According to the study of the intracontinent orogen dynamics and metallogenesis in Himalayan epoch, this paper has established the tectonic model of Hengduanshan type intracontinent orogen and the diagenism-metallogenesis model of the large composite basin in eastern Tibet. There is the fact that the metallogenesis of the porphyry copper deposit was in the tectonic change period from the peak of the early Himalayan movement to the mid-Himalayan movement. And, the Pb-Zn (Ag) mineralization in the thrust nappe trap was resulted from the late Himalayan movement.

Key words: Hengduanshan type; diagenism-metallogenesis model; trap; intracontinent orogen; composite basin; eastern Tibet