



中国科协学会学术部 编

新

观点新学说学术沙龙文集

55

板块汇聚、地幔柱 对云南区域成矿作用的重大影响



中国科学技术出版社
CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

新观点新学说学术沙龙文集⑤⑤

板块汇聚、地幔柱对云南 区域成矿作用的重大影响

中国科协学会学术部 编

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

板块汇聚、地幔柱对云南区域成矿作用的重大影响/中国科协
学会学术部编. —北京:中国科学技术出版社,2012. 5
(新观点新学说学术沙龙文集;55)
ISBN 978-7-5046-6093-0

I. ①板… II. ①中… III. ①成矿区-成矿作用-研究-
云南省 IV. ①P617.274

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 085173 号

选题策划 赵 晖
责任编辑 赵 晖 夏凤金
封面设计 照 心
责任校对 孟华英
责任印制 张建农

出 版 中国科学技术出版社
发 行 科学普及出版社发行部
地 址 北京市海淀区中关村南大街 16 号
邮 编 100081
发行电话 010-62173865
传 真 010-62179148
投稿电话 010-62103182
网 址 <http://www.cspbooks.com.cn>

开 本 787mm × 1092mm 1/16
字 数 200 千字
印 张 7.75
印 数 1—2000 册
版 次 2012 年 6 月第 1 版
印 次 2012 年 6 月第 1 次印刷
印 刷 北京金信诺印刷有限公司

书 号 ISBN 978-7-5046-6093-0/P·153
定 价 18.00 元

(凡购买本社图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换)
本社图书贴有防伪标志,未贴为盗版

序

中国科学技术协会把地质科学领域的“板块汇聚、地幔柱对云南区域成矿作用的重大影响”等一些前沿问题作为第55期新观点新学说学术沙龙主题,由云南省科学技术协会和云南省地质调查局承办,是对西南“三江”作为印/亚板块汇聚研究天然实验室的重视,同时也表明中国科协关注科学前沿,支持前沿科学研究。由衷地感谢省内外地质界众多知名专家、学者和同仁聚首美丽的春城昆明出席沙龙研讨;也特别感谢许志琴院士不吝赐教,将许多尚未发表的新成果、新认识与会交流,并作为首席科学家,为主持学术沙龙作了精心准备。

举办本期学术沙龙,一是通过地学领域新学说、新观点、新思维、新方法的交流、质疑、争辩,达到重塑云南地质历史,分析成矿地质背景,理清找矿思路,推动云南地质找矿重大突破的目的;二是希望能够倡导积极健康的学术会议风格,在云南地学界带个好头。

当前,世界面临着矿产资源短缺。我国在石油、铁、铜、钾盐、铝等大宗矿产方面对外依存度居高不下,铜、铅锌、锡、钨、磷等是云南的优势矿产,成矿条件好,找矿潜力巨大。

云南地处特提斯成矿域和滨太平洋成矿域的交汇部位,而西南“三江”(金沙江、澜沧江、怒江)并流地区是印/亚板块的拼合部位,是全球最为复杂的造山带之一。它既经历了特提斯的构造演化,又遭受印度—欧亚板块碰撞和高原隆升的强烈改造。该区地质构造复杂、岩浆活动强烈,成矿流体活跃,成矿作用复杂多样,矿床类型齐全,是全球著名的有色金属、贵金属成矿带,其翻江倒海的构造运动使多期构造形迹广布于各构造带,新构造运动形成的高山峡谷深切切割的地貌景观使得地质现象自然呈现,因而也被称为天然地质博物馆。这里拥有一大批大型超大型矿床,并且不断发现大型超大型矿床,它是我国最具潜力的金属矿产富集区,是我国重要的矿产资源基地。随着研究的深入,峨眉山地幔柱活动对西南地区成矿的重大影响尤为引人注目。这里具有得天独厚的学术

交流的地质基础。

一批新的成矿理论,诸如大陆边缘成矿论、陆内构造转换成矿论、(峨眉山)地幔柱成矿论、多岛弧成矿论、非线性成矿论、大陆盆地“热循环”成矿论等,以及针对不同矿床类型探索的方法技术集成,在云南的地质找矿中发挥了重要作用。较为成熟的或萌芽成矿思想、理论与观点都能在云南找到“影子”。

来自中国地质科学院、成都地质矿产研究所、北京大学、中山大学、中国科学院、昆明理工大学、云南大学和云南省地质调查局等科研院所、高等院校和生产单位从事大地构造、矿床理论、矿产勘查等不同学科方向的专家学者 30 多人,加上云南从事地质勘查、矿业开发和正在攻读学位的研究生,近 100 人参加了本期学术沙龙。与会专家学者分别就印度/亚洲碰撞大地构造、多岛弧盆系构造与成矿研究、西南“三江”古特提斯构造演化研究、碰撞造山成岩成矿模式到大陆碰撞成矿理论、昆阳群和会理群的岩石年代地层划分、超大型矿床形成机理等进行了深入研讨。会上,大家畅所欲言,在平等互动的学术氛围中进行了充分的交流、讨论和争辩,从不同的视角结合一些新理论、新观点对云南地质热点问题进行了充分探讨,对云南地质找矿提出了很好的意见和建议。这将对云南省下一步部署找矿工作提供一些新思路。我们相信,本期学术沙龙的举办,对于促进云南地学发展,推动云南矿业开发,实现地质找矿重大突破,将产生深远的意义。

李文昌

2011 年 10 月

目 录

印度/亚洲碰撞大地构造	许志琴(2)
多岛弧盆系构造与成矿研究	潘桂棠(7)
“西南三江”古特提斯构造演化研究新进展和新问题	李文昌(12)
青藏高原东南缘内特提斯地质体的变形及缩短量的估算	王二七(21)
滇西南耿马地区昌宁—孟连带盆地演化特征	段向东(22)
从碰撞造山成岩成矿模式到大陆碰撞成矿理论:进展和问题	陈衍景(24)
云南金顶超大型铅锌矿床成因:来自矿区构造—岩相及 矿化—蚀变填图的约束	侯增谦(26)
哀牢山喜马拉雅期碰撞造山型金矿成矿特征和动力学机制	孙晓明(31)
中国西南地区与地幔柱有关镍矿找矿前景讨论	王方国(34)
昆阳群和会理群的岩石年代地层划分及含矿性研究	孙志明(40)
康滇地区元古代的地层格架及构造演化	王生伟(46)
惠民奥萨斯条带状含铁建造对比研究	任治机(48)
云南超(特)型金属矿床的地质研究	秦德先(51)
滇东北矿集区富锕铅锌多金属矿床成矿机理	韩润生(63)
新型替代矿产资源:科技创新拉动社会发展的重要切入点	刘建明(67)
西南三江成矿带遥感异常研究	赵志芳(73)

滇东南晚燕山期酸性岩浆活动与成矿作用	张世涛(75)
保山—镇康陆块铅锌铜铁叠加成矿作用与区域找矿模型	卢映祥(78)
扬子地块西南边缘活动带成矿机理及找矿方向	范玉华(84)
峨眉山地幔柱活动可能在大理海东地区形成金刚石矿床	尹光侯(87)
云南板块构造及成矿研究中的定年问题讨论	曹德斌(89)
滇东北大型矿集区铅锌银矿床遥感地质与成矿预测	崔银亮 郭欣 张云峰 等(91)
腾冲新生代火山岩成因假设	高子英(93)
云南省大地构造单元重磁场特征	李丽辉(94)
印—亚大陆碰撞造山体制下的云南新生代陆内转换成矿作用	薛传东(96)
透岩浆流体成矿作用	杨光树(98)
专家简介	(99)
部分媒体报道	(115)



会议时间

2011年8月22日 上午9:00~12:00

会议地点

昆明饭店丹霞宫会议厅

主持人

许志琴

许志琴：

欢迎大家参加第55期新观点新学说学术沙龙，很荣幸加入到由中国科学技术协会大力支持，云南省科学技术协会和云南省地质调查局精心承办和策划的学术自由论坛的氛围中。古人云：“水本无华，相荡乃成涟漪；石本无火，相击乃成灵光。”科学的发现，知识的深化，从来都是在相荡和相击中产生的，只有交流、质疑、争鸣、争辩，营造一个自由宽松的舞台，才能推进科学的创新，促进科学的进步。而武大郎开店，老死不相往来，只有把自己束缚在一个窄小的空间，永远开创不了科学的新天地。

本次学术沙龙的主题“板块汇聚、地幔柱对云南区域成矿作用的重大影响”，这是一个非常切题的主题。云南地处印度、亚洲碰撞的关键的结合部位，因为云南地质历史悠久，构造极及其复杂，成矿得天独厚，是全国著名的有色金属成矿大省，云南地矿事业的发展，需要我们科学地来认识云南及其邻区大地构造的背景，需要我们用新的观点和新的理论来重塑云南的地质历史，来分析成矿的机理和成矿的远景，需要我们来研讨，需要我们来争鸣。也就是说，这样才能向科学迈进。今天，我们希望大家利用这样一次难得的机会，发扬“百花齐放，百家争鸣”和“知无不言，言无不尽”的精神，在今天的舞台上，没有tutors和students之分，也没有局长和处长的区别，我们希望大家本着这种精神、本着这样的姿态，来开好这样的学术沙龙。



印度/亚洲碰撞大地构造

◎许志琴

印度/亚洲碰撞是新生代以来地球上最壮观的地质事件。青藏高原是“造山的高原”，是“小印度/大亚洲碰撞”所显示的复杂地壳结构，示踪了地质历史中的诸多地体不断拼合和碰撞造山的动力学过程，直至印度/亚洲碰撞，青藏高原已成为当前大陆动力学前沿研究最佳实验室。在印度与西伯利亚板块之间南北 2000km、东西 3000km 巨大范围的新生代陆内变形域 (Molnar and Tapponnier, 1975; Gansser, 1964; Powell, et al., 1973) 内，印度/亚洲碰撞后，印度板块仍以 44 ~ 50 mm / y 的速率向北推进，插入亚洲大陆之下，使 1500 km 的南北向缩短量被吸收，形成 2 倍于正常地壳厚度的巨厚陆壳体 (平均 70km)，结果喜马拉雅崛起，青藏高原形成，大量物质向东及南东逃逸 (Tapponnier, et al., 1975)。

1. 印度/亚洲碰撞的研究基础(以大陆构造与动力学重点实验室群体为主)

(1) 重建青藏高原地体的基本构架的建立。

青藏高原的构造单元包括“阿尔金—祁连—昆仑”(ALT + QL + EKL + WKL) 始特提斯复合地体、“松潘甘孜—羌塘—拉萨”(SPGZ + NQT + SQT + NLS + SLS) 古特提斯复合地体及“冈底斯—喜马拉雅”(GDS + HM) 新特提斯增生地体。

(2) 青藏高原特提斯高压/超高压变质带与构造背景。

青藏高原已发现的 8 条特提斯 HP-UHP 变质带中，本研究团体发现和厘定了柴北缘、北阿尔金、南阿尔金和西藏松多 4 条。始—古特提斯多洋盆/多地体/多岛弧/多期洋壳俯冲，新特提斯洋盆不断扩张推挤老洋盆和地体的快速汇



聚和消减,导致洋壳—陆壳(深)俯冲演化的构造环境下形成了高压/超高压变质带体系。

(3) 青藏高原不同世代走滑断裂体系及运动学。

高原北缘早古生代存在北祁连、康西瓦 2 条右行走滑断裂;印支期(220 ~ 250Ma)阿尔金、南祁连、东昆仑 3 条左行走滑断裂;印度/亚洲碰撞以来北部走滑断裂呈现脆性变形,南部走滑断裂显示深部韧性—浅部脆性变形的转换。

(4) 青藏高原的巨型造山拼贴体及“造山的高原”的提出。

始特提斯—古特提斯—新特提斯造山带,显示显生宙以来多洋盆/多地体/多岛弧/多俯冲杂岩体/多碰撞造山的特征。发现并确定拉萨地体中印支期西藏松多榴辉岩带,使青藏高原印支山链的范围从过去认为的北羌塘—思茅地体向南西扩大到拉萨—腾冲地体之中。

区内造山拼贴体由南中国地体、印度支那—思茅地体、Sukhothai—陵沧岛弧系、昌宁—孟连—Inthanon、古特提斯缝合带、金沙江—Nan 弧后盆地、腾冲保山—Sibumasu 地体组成。古特提斯主大洋为澜沧江—昌宁/孟良—Chiang Mai—Bentong—Raub,次大洋为 Song Ma—秦岭/大别—东昆仑—金沙江—哀牢山—Nan/Uttaradit—Median—Sumatra—Songduo。印度/亚洲碰撞以来改造重建的地体由阿祁昆盆岭挤压转换地体、巴颜喀拉向东挤出地体、羌塘—三江向东南挤出地体及藏南挤压增生复合地体组成。

(5) 确立大型走滑断裂在造山中的作用。

青藏高原大型走滑断裂伴随逆冲构造、褶皱体系、挤压盆—岭构造及同构造花岗岩侵位导致的隆升和造山。鲜水河走滑断裂 12Ma 形成同构造贡嘎山花岗岩;西昆仑最后隆升受制走滑与逆冲“挤压转换”机制;巴颜喀拉印支山脉的形成与东昆仑走滑断裂有关;祁连山新生代盆—岭构造与阿尔金走滑断裂有关;阿尔金走滑断裂内部形成断隆和断谷构造;喀喇昆仑走滑断裂在 10^{-8} Ma 快速冷却过程,伴随强烈隆升及喀喇昆仑山脉的崛起。

大型滑脱/逆冲/拆离断裂的作用及造山机制为青藏高原是在巨型碰撞造山拼贴体基础上构筑的“造山的高原”。具有逆冲叠置增生型:喜马拉雅造山带前缘;滑脱—逆冲型:松潘—甘孜造山带;挤压转换型:新生代周缘造山带;逆冲/拆离挤出型:高喜马拉雅造山带。



2. 印度/亚洲碰撞问题

(1) 印度/亚洲初始碰撞时限的争议。

印度板块漂移:初始时间为 57 ~ 50Ma (Molnar and Tapponnier, 1975; Treloar, et al., 1991; Klootwijk, 1994; Gary, et al., 1999; Copley, et al., 2010)。

沉积学研究:国内学者根据对拉萨地块及特提斯喜马拉雅地区的沉积相、不整合界面等研究,认为初始碰撞应主要发生在 65Ma 左右 (Ding 等, 2005; 莫宣学 2007)。

火成岩方面:国内外学者有大量研究认为主要集中在 Ladakh—Kohistan—Gangdese 地区的工作 (Tatsumi and Eggins, 1995; Ernst, 1999; Miller, et al., 2000; Chung, 2005); 代表性工作如莫宣学等根据林子宗火山岩在 65Ma 左右开始活动 (莫宣学等, 2009)。

古地磁证据: Besse 等 (1984) 认为约发生在 50Ma; Beck 等 (1995) 得出 65 ~ 38Ma; Patzelt 等 (1996) 认为初始碰撞在 65 ~ 60Ma; Ali 等重建了印度和拉萨板块的运动历史, 认为 35Ma 左右才真正碰撞 (Ali and Aitchison, 2006; Aitchison, et al., 2007); 黄宝春等 (2010) 认为初始碰撞最可能发生在 65 ~ 50Ma; 拉萨古近纪林子宗火山岩显示至少 55Ma 左右就初始碰撞了 (Dupont-Nivet, et al., 2010; Chen, et al., 2010 等)。

构造变形及高压变质作用: Searle 等 (1987) 依据雅鲁藏布江缝合带以南挤压构造的开始, 认为印度板块和欧亚板块的碰撞作用可能发生在 50 ~ 40Ma; Leech 等 (2005) 测定喜马拉雅西构造结 Kaghan 地区和 Tso Morari 地区榴辉岩的变质超高压变质作用的年代锆石 U-Pb 定年, 推测初始碰撞时间不晚于 57 ± 1 Ma。

综上所述, 目前关于两大板块初始碰撞时间的主要争论集中在 65Ma, 55Ma, 35Ma, 大部分学者的主流意见为 55Ma。

(2) 印度/亚洲碰撞过程的意见。

青藏高原碰撞过程早期阶段中, 主要有两种方式。单一陆陆碰撞模式: 55 ~ 45Ma 发生陆—陆碰撞 (Gansser, 1964; Tapponnier, et al., 1981; Searle, et al., 1983, 1987, 1997; Besse, et al., 1984, 1988); 弧陆碰撞—陆陆碰撞模式: 65 ~



55Ma 首先发生大洋岛弧—印度板块碰撞,35Ma 才发生真正的陆—陆碰撞(Aitchison, et al., 2004, 2007a)。前人有三阶段碰撞模式:主碰撞陆陆汇聚(65 ~ 41Ma);晚碰撞构造转换(40 ~ 26Ma)和后碰撞地壳伸展(25 ~ 0Ma)阶段(侯增谦等, 2008)

3. 印度/亚洲碰撞研究的最新进展

近年来大陆构造与动力学实验室在青藏高原研究中取得的新进展:

(1) 印度/亚洲碰撞大地构造单元的建立。

印度/亚洲碰撞以来的大地构造单元划分为“青藏中央高原”、“喜马拉雅主碰撞带”、“青藏高原周缘挤压转换造山带”和“侧向挤出地体群”。

(2) 雅鲁藏布江缝合带中蛇绿岩型金刚石的发现及深地幔成因的假设。

在代表新特提斯洋盆扩张的雅鲁藏布江缝合带蛇绿岩残片中曾发现罗布莎铬铁矿人工重砂中的金刚石(中国地质科学院地质研究所金刚石组, 1981),但是一直未得到国际的认可。近年来在铬铁矿和围岩橄榄岩中发现了原位的超高压超高温矿物、原位金刚石(杨经绥等, 2007)及异常地幔矿物群,找到铬铁矿及其围岩来源于深地幔的直接证据。这一重要的成果表明金刚石等超高压矿物有可能与铬铁矿及容矿地幔橄榄岩均在深部形成,新特提斯大洋扩张脊下的地幔保留了深部物质,它们从深部通道被携带上来。然后随地幔柱上涌到浅部地幔被保留(杨经绥等, 2008a, 2008b)。

(3) 高喜马拉雅挤出和平行山脉的物质侧向流动有成因联系。

高喜马拉雅挤出地体中发现平行山脉的物质流动,喜马拉雅东部亚东地区的物质侧向流动,亚东地区基底与盖层之间的韧性拆离构造,剪切指向朝东;亚东拆离构造形成与活动时间 27 ~ 11Ma;高喜马拉雅西部普兰地区物质侧向流动(17 ~ 16Ma)。

(4) 喜马拉雅东构造结外侧的物质逃逸及侧向挤出。

东构造结东翼的大型走滑断裂与侧向挤出地体群:走滑断裂:萨盖右行走滑断裂(SGF)、那邦—密支那右行走滑断裂(NMF)、嘉里—高黎贡断裂右行走滑断裂(JL - GLGF)、澜沧江左行/右行走滑断裂(LCJF)、哀牢山—红河左行走滑断裂(ALS - RRF)和鲜水河—小江左行走滑断裂(XSH - XJF);侧向挤出地



体群:南松甘挤出地体(SSGT)、兰坪挤出地体(LPT)、保山挤出地体(BST)、腾冲挤出地体(TCT)等。

(5) 印度东拐角和亚洲大陆斜向碰撞初始时限。

南迦巴瓦高压/超高压变质岩石形成早于 40Ma,雅鲁藏布江印度东拐角深俯冲于拉萨地体之下。南迦巴瓦东构造结形成时间为 54Ma。南迦巴瓦与雅鲁藏布江缝合带在碰撞以来的构造—变质事件的年代学具有一致性。那邦—密支那右行走滑断裂形成的初始年龄为 54 ~ 53Ma 和活动/冷却年龄 33 ~ 20Ma。表明印度板块东拐角与亚洲大陆的斜向碰撞始于 54Ma(许志琴,2010,国际 HKT 会议摘要)。

(6) 印度/亚洲碰撞过程五阶段的提出。

第一阶段(55 ~ 45Ma):印度岩石圈与亚洲大陆拉萨地体正向碰撞并俯冲其下,于两侧与印度支那和阿富汗地块发生斜向碰撞。有冈底斯 55 ~ 46Ma 的正向碰撞岩浆作用;南迦巴瓦—三江地区初始斜向碰撞 54Ma;西构造结 55 ~ 47Ma 大陆深俯冲 > 100km。

第二阶段(45 ~ 35Ma):冈底斯 45 ~ 36Ma 的继续碰撞岩浆作用;喜马拉雅北部地壳加厚和局部熔融,导致高喜马拉雅的初始挤出;东西构造结抬升;拉邦走滑剪切带的再活动。

第三阶段(35 ~ 25Ma):大型走滑断裂的形成(喀喇昆仑断裂,萨盖断裂,哀牢山—红河断裂);三江地区走滑断裂的活化;东西构造结继续隆升。

第四阶段(25 ~ 10Ma):高喜马拉雅岩片的挤出;冈底斯过铝质、钾质等花岗岩岩浆活动;MCT 形成,走滑断裂再活化;东西构造结继续隆升。

第五阶段(10Ma 以来):冈底斯的最后碱性岩浆活动;MBT/MFT 和伊洛瓦底/阿莱曼挤压转换造山带形成;东西构造结继续隆升,走滑断裂向东扩展及再活动。



多岛弧盆系构造与成矿研究

◎潘桂棠

20世纪60年代,板块构造学说问世后,很多地质学家对我国各大造山带开展了卓有成效的研究工作,在蛇绿岩、蛇绿混杂岩、俯冲增生杂岩、不同时期的各类岛弧和沉积盆地等方面都有一系列新发现。我们介绍两个方面的内容:一是大陆边缘多岛弧盆系构造,二是多岛弧盆系成矿。

过去人们习惯于应用两个板块碰撞的模式来解释地球上造山带的形成,随着人们对造山带理解的深入,发现在造山带(系)中往往不只存在一条蛇绿混杂岩带。如果按照传统的观点解释,一条蛇绿混杂岩带就代表两个板块碰撞的缝合带,那么不同时代或同构造阶段多条蛇绿混杂岩带存在的现象,就需要假设有多个板块,这使得板块构造“登陆”遇到了困难。为此,许多学者提出了不同的模式,随着研究深入,多岛海(洋)或多岛弧盆系造山模式逐渐显露出板块构造登陆的魅力,为解释上述现象提供了新思路。

我们以板块学说为指导,以三江多岛弧盆系构造为研究基础,运用比较构造地质学和大地构造相时空结构分析方法,从特提斯构造域演化的广度,重新审视了青藏高原及邻区的形成演化,提出了多岛弧盆系构造的概念,将在大陆岩石圈与大洋岩石圈构造体制转换的时空结构中,由大洋岩石圈俯冲作用制约的弧后扩张,导致众多岛弧(残余弧或微陆块)与弧后盆地相间错列,具有特定结构、构造和时间演化特征的构造系统,称为多岛弧盆系构造。它包括前锋弧及其之后的一系列岛弧、火山弧、海岭、岛链、洋岛、海山、微陆块和相应的弧后洋盆、弧间盆地或边缘海盆地等,通过弧后盆地消减所引发的洋壳俯冲或仰冲、弧—弧碰撞、弧—微陆块碰撞、陆—陆碰撞等多岛弧造山作用来实现。

东南亚是多岛弧盆系构造发育最新最典型的地区,类比东南亚多岛弧盆系的物质组成、结构和构造特点以及演化历史,将对古老造山带的解释有重要意



义。多岛弧盆系构造基本特征归纳为:处于洋—陆过渡带的多岛弧盆系不但物质组成复杂,而且其演化历史更为复杂,存在各种构造样式,挤压、拉张和旋扭可以同时并存;后退式俯冲导致前锋弧逐级分裂并不断向前迁移,形成新的前锋弧;如果增生杂岩非常发育,随着后退式俯冲的进行,俯冲杂岩带变得非常宽,向洋迁移的岩浆会侵入到增生杂岩中,形成新的岩浆弧,这种以增生楔为基地的弧称为增生弧;从前锋弧向内的弧后盆地或弧后洋盆形成的时间逐个变老,如伊豆—小笠原—马尼亚纳前锋弧之后(向西)的盆地群依次变老,后缘的菲律宾弧后洋盆正在萎缩消减;从前锋弧向内的弧后盆地(洋盆)形成时间逐个变新,如印度尼西亚前锋弧之后(向北)的盆地依次变新;在多岛弧盆系构造的演化并转化为造山系的过程中,主要表现为受不同动力学机制制约的三类造山作用:第一类,受大洋俯冲制约的岛弧造山系作用,如临沧岛弧和昆仑岛弧造山作用;第二类,受弧后洋盆消减制约的造山作用,如北冈底斯和祁连弧—弧碰撞造山作用;第三类,受大陆克拉通俯冲制约的碰撞造山作用,如南冈底斯陆陆碰撞造山作用。

从广义上理解,多岛弧盆系构造可以看作多洋陆转换过程中的增生系统。有3种增生过程:①岩浆底侵导致增生过程;②弧后萎缩作用导致弧后削减带的形成,洋壳削减产生弧岩浆作用,持续削减导致弧—弧、弧—陆碰撞增生过程;③前锋弧的弧前增生作用。其主要表现为增生杂岩的向洋增生,主要是由于后退式俯冲引起的,向洋增生,主要是由于后退式俯冲引起的,一方面这种俯冲作用会导致与大洋板块中的洋底高原、海山的碰撞拼贴;另一方面由于大洋板块演化俯冲方向或洋中脊扩张方式的改变而导致与其他弧、外来地体的碰撞拼贴,如大洋两侧都是后退式的俯冲,最终导致前锋弧与前锋弧的对接和大洋的消亡。我们把这些统称为弧前增生作用。

近年来,多岛弧盆系构造重新解读中国的造山带,例如天山—兴蒙造山系、秦祁昆造山系、三江特提斯造山带。对于青藏高原与东特提斯的形成演化过程,许多学者都对特提斯洋的演化阶段进行了划分,不论是特提斯洋演化的二分(古、新特提斯)、三分(古、中、新特提斯)或更多阶段,不能忽略特提斯洋只有一个。尤其近年来,随着1:25万区域地质调查的完成与专题研究程度的不断深入,在羌塘中部龙木错—双湖缝合带中发现了早古生代的蛇绿岩、石炭—



二叠纪蛇绿岩、晚泥盆世和二叠—三叠纪放射虫硅质岩、石炭—二叠纪洋岛组合、三叠纪榴辉岩—蓝片岩等,表明特提斯洋自古生代以来从打开到关闭的连续演化过程。南羌塘盆地之下的古生界主体属于洋内弧—洋岛、海山—增生楔的一套弧前增生系统。特提斯洋南侧存在早古生代以来的被动大陆边缘和石炭纪以来的多岛弧盆系记录。

特提斯洋最终消亡很可能包括龙木错—双湖结合带和班公湖—怒江结合带之间的区域,是以两侧多岛弧盆系对接的形式消亡的。原、古、中、新特提斯洋只是一个特提斯洋连续演化过程的反映。我们通过多岛弧盆系的研究,逐渐揭开特提斯洋的发展演化过程,在青藏高原及邻区还不能说哪一条缝合带代表原古特提斯洋。最终消亡的场所不一定是初始洋打开的地方,要用多岛弧盆系发育的动态过程来看特提斯洋的演化。

中亚造山带的演化过程是以索伦克尔缝合带为古亚洲洋的最后闭合场所,两侧都具有多岛弧盆系构造的格局,最终缝合是增生楔与增生楔的碰撞。与上述分析的东特提斯造山带的形成演化具有异曲同工之妙,显示了多岛弧盆系造山模式解释造山带形成演化的生命力。中亚造山带和东特提斯造山带北侧(现今地理方位)的多岛弧盆系比南面经历的时间要长,演化历史更复杂。

在太平洋关闭之后,可能也是类似的情况。大洋两侧都经历了多岛弧盆系的演化,显然从目前的情况看,太平洋西侧多岛弧盆系构架比已经消亡的东侧多岛弧盆系构架要复杂得多,当然如果用多岛弧盆系的观点来看北美西部地体的增生过程,科迪勒拉造山带自晚古生代以来经历了一个更为复杂的多岛弧盆系演化过程。一个大洋从打开到关闭,大洋的两侧都会发育多岛弧盆系构造,会形成许多弧—洋底高原(海山)、弧—弧、弧—陆碰撞造山带,这些造山带的形成主要通过弧后萎缩和弧前增生的过程完成,由洋—洋、洋—陆相互作用形成的山脉是大洋消失后碰撞造山系的重要组成部分。大洋最终消亡可能是大洋两侧多岛弧盆系的对接,最终构造一个巨型造山区,这可能是一个造山系演化的普遍规律。

多岛弧盆系构造也可解释为前寒武纪大陆壳的形成与演化,近年来华北基底的拼合增生过程成为国内外前寒武纪地质研究的热点,虽然对于拼合时间、方式仍有争议,但基本构造轮廓已清晰,可以考虑应用多岛弧盆系构造并结合



哥伦比亚超大陆的全球构造背景对华北克拉通基底的拼合过程和构造单元细划进行研究,是东西陆块的拼合还是存在更多块体的拼合?尤其是横贯华北中部的造山带(Trans-North China Orogen)是陆—陆碰撞还是陆—弧—陆碰撞模式?是否存在更为复杂的多岛弧盆系?同样,扬子和塔里木克拉通在罗迪尼亚超大陆的汇聚过程中经历了大陆边缘多岛弧盆系构造的拼合增生过程。

多岛弧盆系造山模式的解析还可以深化对造山系成矿地质背景和成矿规律的认识,我们在多岛弧盆系构造模式基础上总结了三江多岛弧盆系成矿模式,将多岛弧盆系理论与成矿系统论、过程论和转换论相结合,提出了不同构造环境、成矿系统的组合评价模型,如边缘海盆中产出大平掌式、洋内弧中产出羊拉式、弧间裂谷盆地中产出岬村式、压性弧中产出普朗式、陆缘弧中产出加多岭—丁钦弄式等矿床。这些理论模型在三江特提斯造山带成矿预测与评估中已见成效。通过借鉴经典的板块构造理论的基本成矿理论,深入研究以下几个方面对造山系成矿地质背景分析具有重要意义:①厘定蛇绿混杂岩带所代表的各洋盆的属性(弧后洋盆、弧间盆地或边缘海盆地),恢复这些洋盆生成、消减、闭合的时空演化;②岩浆弧的基底(洋壳、陆壳、增生楔)、力学性质(张性弧、中性弧、压性弧)及其造弧演化(初始弧到成熟弧);③加强增生型造山带成矿的大地构造背景研究,弧—弧、弧—陆、弧—洋岛(海山)拼贴碰撞过程的深部壳—幔作用。弧—弧碰撞使岩浆弧与火山弧的成矿物质再次活化与迁移,有利于成矿作用。

尹光候:

我赞同“多岛弧盆构造与成矿”理论、方法问题。特提斯构造域既然是“多岛弧盆”构成一个构造域,那么在构造范围内还需要分一个主洋吗?也是为一个主洋在哪一直争论不休所在。

潘桂堂:

还是要分类,至于划分主洋的问题,要从地层、古生物区系、岩浆带、构造规模及其演化历史等方面予以研究。