

地学研究

DIXUE YANJIU

第 28 号

1995

地质出版社

北京)

55

28

地 学 研 究

~~DIXUE~~ XANJIU

第 28 号

5429/03

地 质 出 版 社

• 北 京 •

(京)新登字 0 8 5 号

图书在版编目(CIP)数据

地学研究,第28号/中国地质科学院地质研究所编.-北京:地质出版社,1995.10
ISBN 7-116-01740-2

I.地… II.中… III.地质学—文集 IV.P5-53

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第07978号

地 学 研 究

DIXUE YANJIU

第28号

中国地质科学院地质研究所主办
(100037,北京阜城门外百万庄26号)

*

地质出版社出版发行

(100083,北京海淀区学院路29号)

*

责任编辑:李汉声、丁秋兰

中国地质科学院562印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092^{1/16} 印张:10.75 字数:254000

1995年10月北京第一版·1995年10月北京第一次印刷

印数:1—500册 国内定价:11.00元

ISBN 7-116-01740-2

P·1394

目 录

古中华陆块群与冈瓦纳大陆的关系	任纪舜	谢广连(1)
陆间残余海盆与板块碰撞造山作用	李锦轶	(6)
青海阿尼玛卿山一带与构造有关的几个问题	姜春发	(15)
北秦岭加里东期双变质带的提出及其板块构造意义的探讨	王作勋	(27)
中国西部北山造山带的大地构造及其演化	刘雪亚	王 荃(37)
哈萨克斯坦—中天山构造演化	赵 民	汤耀庆(49)
西南天山岩石圈板块构造演化	高 俊	汤耀庆 肖序常(62)
青藏—“三江”地区冈瓦纳与欧亚大陆地幔的界限及其板块构造问题	杨开辉	侯增谦 莫宣学(72)
泉州-黑水地学断面东段岩石圈热状态与其它地球物理参数的关系	胡圣标	汪集暘(91)
布列亚-佳木斯古板块的构成及演化	李锦轶	(96)
祁连造山带早古生代板块俯冲方向探讨	和政军	(99)
中国大陆的基底类型与结构	张用夏	(101)
磁条带和磁极反转之我见	朱 英	(103)
中国大陆第四纪新构造运动幅度和速率	阎隆瑞	(105)
中国东部中生代火山作用的构造背景	徐志刚	(108)
北京密云柏盆山花岗岩复式岩体的岩石学特征及成因探讨	徐洪林	郑建平(111)
两类碱性花岗岩的鉴别标志	洪大卫	王式洸 韩宝福(123)
洋底锰结核成因——微体生物成矿作用	金若谷	王崇友 李家英 沈桂梅(125)
塔里木盆地西部白垩纪—古新世有孔虫组合	郭宪璞	(141)
钐-钕地质年龄标准物质的研制	张宗清等	(153)

CONTENTS

Relationship between Chinese Continental Blocks and Gondwana	Ren Jishun and Xie Guanglian (1)
Intercontinental Remnant Sea Basin and Collisional Orogeny between Plates	Li Jinyi (6)
On the Problems Related to the Tectonics of the Anyemagen Mts. in Qinghai	Jiang Chunfa (15)
On the Caledonian Paired Metamorphic Belts in Northern Qinling and Their Plate Tectonic Implication	Wang Zuoxun (27)
Tectonics of Orogenic Belts in Beishan Mts., Western China and Their Evolution	Liu Xueya and Wang Quan (37)
Tectonic Evolution of the Kazakhstan—Middle Tianshan Plate	Zhao Min and Tang Yaoqing (49)
Evolution of the Lithospheric Plate Tectonics of the Southwestern Tianshan Mountains	Gao Jun, Tang Yaoqing and Xiao Xuchang (62)
Mantle Boundary and Plate Tectonics in the Tibet—Sanjiang Region, Southwestern China	Yang Kaihui, Hou Zengqian and Mo Xuanxue (72)
Relation Between Thermal Regime and Other Geophysical Parameters on Eastern Quanzhou-Heishui Geoscientific Transection	Hu Shengbiao and Wang Jiyang (91)
Framework of Burean-Jiamusi Paleoplate and Its Tectonic Evolution	Li Jinyi (96)
Subduction Direction of the Early Paleozoic Plate in the Qilian Orogenic Belt	He Zhengjun (99)
Types and Structure of Continental Basement of China	Zhang Yongxia (101)
On Magnetic Lineation and Magnetic Polarity Reversal	Zhu Ying (103)
Displacement and Velocity of Quaternary Neotectonic Motion in China	Min Longrui (105)
Tectonic Settings of Mesozoic Volcanism in Eastern China	Xu Zhigang (108)
Petrological Characteristics and genesis of Baichashan Granitic Intrusive Complex in Miyun, Beijing	Xu Honglin and Zheng Jianping (111)
Two types of Alkaline Granite and Their Discrimination	Hong Dawei, Wang Shiguang and Han Baofu (123)
Origin of Ocean Bottom Manganese Nodules—Microbiota Mineralization	Jin Ruogu, Wang Chongyou, Li Jiaying and Shen Guimei (125)
Foraminiferal Assemblages from the Cretaceous to the Paleocene in the Western Tarim Basin	Guo Xianpu (141)
Reference Material for Sm-Nd Dating	Zhang Zongqing et al. (153)

Geological Publishing House
Address: Xueyuan Road, Beijing, 100083

Institute of Geology, CAGS
Address: Baiwanzhuang, Beijing, 100037

古中华陆块群与冈瓦纳大陆的关系

RELATIONSHIP BETWEEN CHINESE CONTINENTAL BLOCKS AND GONDWANA

任纪舜 谢广连

(中国地质科学院地质研究所, 北京 100037)

欧亚大陆与冈瓦纳大陆的最大不同是, 冈瓦纳是新元古代—古生代初形成的一个超级大陆(Scotese 等, 1990), 而欧亚大陆则是直至第三纪才最终形成的一个巨型大陆。现在组成欧亚大陆中、南部的不少微、小陆块和大陆块, 原来大都是冈瓦纳超级大陆的组成部分。因此, 冈瓦纳大陆的裂解、离散与欧亚大陆以俄罗斯、西伯利亚地台为核心的增生和形成便成为全球显生宙地质演化中一个十分引人注目的重要研究课题(任纪舜等, 1990; 任纪舜, 1993)。

东冈瓦纳的印度和澳大利亚陆块与西伯利亚地台之间的微、小陆块, 依其在地史演化过程中的构造属性, 可分为三组: 图瓦-蒙古、中蒙古、额尔古纳等陆块与西伯利亚关系密切, 称亲西伯利亚陆块群; 拉萨、中缅马苏(Sibumasu)、印支-南海等陆块与冈瓦纳关系密切, 称亲冈瓦纳陆块群; 伊宁、塔里木、扬子、中朝等陆块, 位于前二者之间, 构成中国大陆的主体, 称古中华陆块群(任纪舜, 1993)。

在伊宁与塔里木之间已经发现被震旦系直接不整合覆盖的新元古代蓝片岩带^①(王作勋等, 1990; 肖序常等, 1992), 后者的变质同位素年龄不超过 800Ma, 说明元古宙晚期伊宁—哈萨克斯坦与塔里木曾联成一体。由于在北秦岭带越来越多的 1000—800Ma 构造热事件同位素年代学数据的发现以及大别—胶南带 700—800Ma 高压变质作用的初步确定(游振东等, 1993, 从柏林等, 1991), 说明元古宙晚期, 中朝陆块与扬子陆块也可能曾联结在一起, 祁连—北秦岭等早古生代小洋盆或深海盆地的进一步确证, 表明那时古中华陆块群又彼此裂离, 但加里东造山之后它们再次联结成一个松散陆块群(任纪舜, 1980; 任纪舜, 1990)。

古中华陆块群与亲西伯利亚陆块群及西伯利亚地台之间隔以古蒙古洋盆(或古亚洲洋)。据王作勋的最新研究, 古蒙古洋的演化大致可分为三个阶段, 即元古蒙古洋(>500Ma), 它于寒武纪初封闭, 形成西萨彦—西蒙古湖区的蛇绿岩带; 早古蒙古洋(500—360Ma); 它于早石炭世维宪期前封闭, 形成斋桑—南蒙古蛇绿岩带; 晚古亚洲洋(370—320Ma), 于晚石炭世前封闭, 形成北天山蛇绿岩带。

古中华陆块群与冈瓦纳及冈瓦纳陆块群的关系, 由于特提斯之迷, 目前人们的认识还很

^① 顾家骏, 1986, 新疆西天山科克苏河蓝片岩特征, 形成历史及地质意义, 新疆区调, 庆祝建队三十周年地质文集专辑。

不一致,这里仅表述我们的一些基本认识。

本文第一作者(任纪舜,1980)过去曾将中国南部分为三个区域:扬子准地台、华南褶皱系和印支-南海准地台,并一再指出,华南震旦一早古生代的陆源碎屑可能主要来自其东南侧的印支-南海准地台。最近,(刘宝珺等,1993)对华南震旦一早古生代岩相古地理做了更为深入的研究,进一步证实了作者 60 年代的推断,华南震旦一早古生代的碎屑沉积物主要来自“华夏板块”,即印支-南海准地台。从印支-南海到扬子显示出清楚的从深水陆棚-陆坡陆源浊积岩系到台地碳酸盐岩系的岩相变化。

一般认为,扬子准地台当时的南北边缘都是被动大陆边缘。但是。由于华南、扬子、中朝、早古生代时基本全部为海水淹没,扬子准地台实际上是一个远离物源区的汪洋大海中的碳酸盐台地。因此,其边缘并不是一般意义上的被动大陆边缘,而是汪洋大海中一个碳酸盐台地的边缘。在华南、秦岭,紧邻扬子碳酸盐台地的寒武纪沉积物并不是陆源浊积岩系,而是非补偿的炭硅泥质沉积。只有在早、中奥陶世之后,随着海盆的逐步封闭,印支-南海和中朝一侧的陆源浊积岩楔才不断向扬子准地台方向推进。

由于中生代以来全球板块构造格局的重大变化及地壳、岩石圈结构的转化和现今海水的淹没,今天我们已不能勾画出印支-南海准地台的全部轮廓。只能初步认为当时它极可能就是澳大利亚冈瓦纳的大陆边缘部分。1963,孙云铸曾首次指出海南岛的中寒武世三叶虫与澳大利亚相同;1991年,刘宝珺等根据古地磁、古生物、含磷层与塔斯曼陆源碎屑物之对比进一步推断,华夏即印支-南海与澳大利亚在早古生代时的密切关系,最近,泥盆纪鱼化石的研究表明,直到晚泥盆世,中国南方仍可能与澳大利亚有一定联系,因为它们都含有同样的鱼化石——Sinolepidae(中华鱼科化石),而这种淡水鱼是不能漂洋过海的。

新元古一早古生代,华南是一个向滇越呈剪刀状裂开的海盆(任纪舜等,1990a,b)。越南马江带前泥盆纪蛇绿岩的初步确定(Hutchison,1989,Tran Van Tri等,1979),预示以华南为夭折一支的三叉裂谷系的主洋盆带可能位于滇藏-马来一带。

目前,除马江带外,在滇藏-马来其他地方,还没有发现可靠的早古生代的蛇绿岩露头。因此,华南-滇藏-马来三叉裂谷之大洋型地壳是仅仅出现在其三联点部位,还是确实存在过一个滇藏-马来洋,目前尚不能作出确切的判断。滇西澜沧江西铜厂街蛇绿混杂岩中辉长岩角闪石 K-Ar 同位素年龄为 385Ma(云南地质矿产局,1990),说明有可能是在前泥盆纪或泥盆纪侵位的新元古一早古生代蛇绿岩。马来半岛文冬群(Bentong Group)为一套海底喷发的基性岩和超基性岩变质而成的绿帘闪石片岩和硅质岩系,其中浅变质的沉积岩中产志留-泥盆纪化石(Hutchison,1989)。藏北双湖的羌塘地区。前泥盆纪变质岩为滑石绿泥透闪片岩、叶蛇纹石片岩、石榴子石角闪片岩,并含有基性、超基性岩和蓝片岩^①。这些变质岩中是否含有代表新元古一早古生代洋壳残片的蛇绿混杂岩,值得进一步研究。如果有一天这一点被证实,文冬-双湖一线将是滇藏-马来洋的主缝合带——古中华陆块群与亲冈瓦纳陆块群及冈瓦纳大陆之间的缝合带。

在滇藏-马来带,虽然还没有发现更多的确切的新元古一早古生代蛇绿混杂岩,但沿澳大利亚-印度冈瓦纳北缘却分布着前奥陶纪的大陆边缘浊积复理石岩系。保山-泸西的公养河群(震旦-寒武系)是巨厚的砂泥-硅质碎屑岩系。具鲍马序列(云南地矿局,1990);察

① 西藏区调队,1:1,000,000 改则幅区域地质图报告。

隅古琴群(前奥陶纪)和喜马拉雅北坡的珠穆朗玛群(前奥陶纪)的原岩也为巨厚的砂泥质碎屑岩系,上部浅变质部分也见鲍玛序列(陈炳蔚等,1987)。它们似可代表澳大利亚—印支冈瓦纳边缘的深水陆架-斜坡沉积。印度冈瓦纳大陆边缘沉积带向西与阿拉伯冈瓦纳大陆边缘沉积带相连,沉积物也类似(李春昱等,1982)。值得注意的是,从印度冈瓦纳边缘至扬子准地台,新元古-寒武系沉积也显示出由深水陆棚-陆坡陆源浊积岩系至台地碳酸盐的横向变化。与澳大利亚冈瓦纳到扬子准地台的沉积相变特点一致。

大致从元古宙末—寒武纪初开始,冈瓦纳边缘由被动大陆边缘逐步转化为主动大陆边缘。因此,500—600Ma 的构造热事件在冈瓦纳北缘十分普遍。在印度冈瓦纳边缘,喜马拉雅南坡,特别是其西段,分布着大量 500—600Ma 的花岗岩;喜马拉雅北坡,拉轨冈日花岗岩带的康马岩体,同位素年龄为 484.55Ma;滇西路西平河花岗岩同位素年龄为 525Ma;西藏安多英云闪长质片麻岩同位素年龄为 531Ma(Xu 等,1985),等等。在澳大利亚冈瓦纳边缘,500Ma 左右的构造-热事件也十分重要。在印支地块已发现 530Ma 的花岗岩,下寒武统及寒武系与上奥陶统之间普遍存在角度不整合关系,且缺失下、中奥陶统沉积(Phan Cu Tien 等,1991)。

在华南,这次事件表现为下奥陶统与寒武系之间的不整合及与之相关的花岗岩浆活动和变质作用,武夷-云开带早古生代高绿片岩-角闪岩相变质作用和花岗岩化作用主要就是在这个时期形成的(任纪舜等,1990)。

在冈瓦纳、亲冈瓦纳陆块群与古中华陆块群以及古中华陆块群诸陆块之间,志留纪与泥盆纪之间的(400Ma 左右)构造热事件也相当重要。在中国诸陆块之间,这次事件使祁连—北秦岭等小洋盆封闭,中朝、扬子、塔里木重新相互联结;在华南,这次事件基本结束了华南拗拉槽的发展,使扬子与冈瓦纳(印支-南海)合为一体。在滇藏—马来带,这次事件的全貌尚不清楚,但在喀喇昆仑—羌塘—昌都一带可以看到这次事件的踪迹。在昌都地区,泥盆系浅海沉积不整合于含笔石的早奥陶世浅变质岩系之上;在羌塘地区,含丰富生物化石的泥盆系不变质的浅海相石灰岩系与前泥盆纪变质岩系以断层相隔,重要的构造热事件应发生在泥盆纪之前;在喀喇昆仑,泥盆系也不整合于志留系之上(郭铁鹰等,1990)另外,在澜沧江带和金沙江带也找到了这次构造-热事件的线索,如临沧花岗岩基中发现了 430—420Ma 的花岗岩、花岗闪长岩;澜沧江变质岩中发现了 410Ma 的蓝闪片岩;金沙江西侧,江达发现了 462Ma(钟大赉,1993)的英云闪长岩等等。

目前,我们还不能完全明确 400Ma 和 500Ma 构造-热事件的确切构造含义,但它很可能意味着滇藏马来洋的闭合和古中华陆块群与亲冈瓦纳陆块群之间的碰撞过程。青藏地区的地质调查和科学考察(1966—1968)已经清楚表明,从奥陶纪开始的几乎整个古生代,或者至少从泥盆纪开始直至二叠纪大规模海底玄武岩喷发之前,连接古中华陆块群与冈瓦纳的现今青藏地区已没有深海洋盆,一个连续的浅海大陆架从喜马拉雅可以一直延伸到塔里木、柴达木和扬子准地台。

这方面最早的信息来自 60 年代中国科学院西藏考察队对喜马拉雅珠穆朗玛峰的考察。

穆恩之(1973)指出:珠穆朗玛地区地层发育齐全,厚度巨大,但岩性组合简单,大都是浅海沉积、化石丰富。从生物群看,本区古生代的生物群不少是和我国其他地区,如华北、西北边缘部分和华中区共有的。奥陶纪头足类主要是华北型的。但也有华中地区的色彩;奥陶纪三叶虫与华中相同;石炭纪、二叠纪珊瑚、腕足与新疆、内蒙非常相似。

80 年代初,林宝玉等在调查藏北申扎地区的古生代地层之后,撰文指出:“西藏申扎的古生代地层与珠穆朗玛峰北坡基本相同。除石炭—早二叠世早期属冈瓦纳相沉积外,其他各纪地层中的生物群和岩石组合均大致可以和我国南方的同时代地层对比”。最近,在讨论这一问题时,林宝玉面告作者,西藏的中奥陶世地层不仅含 *Sinoceras* 等化石,而且岩石性质也几乎与扬子准地台的宝塔灰岩完全相同,即所谓龟裂纹灰岩,一种貌似具干裂构造的深浅海沉积。

1990 和 1991 年出版的《西藏阿里古生物》和《西藏阿里地质》两本巨著,更以大量确凿的事实说明,横跨喜马拉雅—喀喇昆仑的阿里地区,从奥陶纪开始的古生代时期是一片浅海海洋,无大洋盆之存在。

1985 年,中英联合考察拉萨至格尔木地质后,A. B. Smith(1988)指出:“羌塘—昆仑—祁连地区在整个晚古生代是紧密连结在一起的。在青藏高原,没有任何晚古生代大洋沉积的证据,整个地区构成一个连续不断的陆架”。

姜春发等(1992)也指出,西昆仑南带奥陶系的生物组合面貌和沉积与塔里木一样皆具华南型特征,属地台型。

以上事实说明,500Ma 和 400Ma 的构造热事件至少已使华南—滇藏—马来三叉裂谷系的前两支关闭,使奥陶纪或泥盆纪及其以后的深水海域退缩到滇西—马来带。这时,古中华陆块群实际上已经成为冈瓦纳大陆的一部分。如果我们把印度地盾看成露出海平面的冈瓦纳大陆的侵蚀区,喜马拉雅以北辽阔的海域则代表位于海平面以下的冈瓦纳大陆的大陆架——一个奠基于亲冈瓦纳陆块群和古中华陆块群联合体之上结构比较复杂的陆架浅海地带。

这就是说,古生代阶段,古中华陆块群与冈瓦纳大陆有着更密切的联系,属南大陆的一部分。只有到了古生代末期,随着古蒙古洋的关闭和古亚洲(实为古欧亚大陆)的形成,特提斯才开始打开,古中华陆块群才与冈瓦纳分开,成为北大陆的一部分。中国西南部川滇青藏地区二叠纪时期的大规模拉张和玄武岩的喷发活动即是特提斯的打开的重要标志。对这一问题,笔者将另文阐述。

参 考 文 献

- [1] 王作勋、郭继易、等 1990,天山多旋回构造演化及成矿。科学出版社,217 页。
- [2] 云南地质矿产局,1990,云南省区域地质志。地质出版社。
- [3] 李春昱、王荃、刘雪亚等,1982,1:8,000,000 亚洲大地构造图说明书。地图出版社。
- [4] 任纪舜、姜春发、等,1980,中国大地构造及其演化。科学出版社,124 页。
- [5] 任纪舜 1990a,论中国南部的大地构造。地质学报,64 卷 4 期。
- [6] 任纪舜、陈廷愚等,1990b,中国东部及邻区大陆岩石圈的构造演化与成矿。科学出版社,205 页。
- [7] 任纪舜,1993,IGCP321 的由来和主要任务,IGCP 第 321 项中国工作组编,亚洲的增生。地震出版社。
- [8] 肖序常、汤耀庆等,1992,新疆北部及其邻区大地构造。地质出版社。169 页。
- [9] 杨遵仪、聂泽同等,1990,西藏阿里古生物。中国地质大学出版社。
- [10] 陈炳蔚等,1987,怒江—澜沧江—金沙江地区大地构造。地质专报五(2),地质出版社。
- [11] 钟大赉、丁林,1993,从三江及邻区特提斯带演化讨论冈瓦纳大陆离散与亚洲大陆的增生,IGCP 第 321 项中国工作组编,亚洲的增生。地震出版社。

- [12] 姜春发等,1992,昆仑开合构造。地质出版社,224 页。
- [13] 郭铁鹰、梁定益等,1991,西藏阿里地质。中国地质大学出版社。
- [14] 游振东、索书田等,1991,造山带核部杂岩变质过程与构造解析——以东秦岭为例。中国地质大学出版社,326 页。
- [15] 刘宝珺、许效松等,1993,中国南方古大陆沉积地壳演化与 成矿。科学出版社。
- [16] 从伯林、张儒瑗等,1991,中国苏北-胶东南高压变质带 的同位素地质年代学初探。中国科学院地质研究所岩石圈构造演化开放实验室年报(1989—1990)。中国科学技术出版社。
- [17] Hutchison, C. S., 1989, *Geological Evolution of South-East Asia*, Clarendon Press, Oxford, 368pp.
- [18] Phan Cu Tien et al., 1991, *Geology of Cambodia, Lao and Vietnam*, Explanatory note to published by the Geological Survey of Vietnam, Hanoi, 158pp.
- [19] Scotese, C. R. and Mckerrow, W. S., 1990, Revised world maps and introduction, in: Mckerrow, W. S. and Scotese, C. R. (Eds), *Palaeozoic Palaeogeography and Biogeography*, The Geological Society.
- [20] Smith, A. B. and Xu Juntao, 1988, Palaeontology of the 1985 Tibet Geotraverse, Lhasa to Golmud, in: Chang Chengfa et al, *The Geological Evolution of Tibet*, p. 53—106.
- [21] Tran Van Tri, Tran Kim Tach and Truong Cam Bao, 1979, *Geology of Vietnam (north part)*, Research Institute of Geology and Mineral Resources, Hanoi.
- [22] Xu, Ronghuan, Scharer, U. and Allegre, C. J., 1985, Magmatism and metamorphism in the Lhasa block (Tibet): A geochronological study, *J. Geol.*, Vol. 93, p. 41—45.

陆间残余海盆与板块碰撞造山作用*

李锦轶

(中国地质科学院地质研究所, 北京 100037)

内容提要 基于作者近年对中国北方某些古生代造山带的研究, 本文阐述了“陆间残余海盆”的定义和识别准则, 对板块碰撞造山作用进行了讨论, 提出板块碰撞造山作用包括陆缘碰撞局部造山、陆间残余海盆应力积聚和陆块叠覆大规模强烈造山等三个阶段的新认识。

一、引 言

从20世纪70年代初期至今, 运用板块构造理论研究大陆内部的古造山带, 取得了重要进展^[7, 13, 21-26, 29]。一般认为, 陆内古造山带的形成, 起因于洋盆闭合过程中板块之间的俯冲和碰撞。但是对于古洋盆是如何转化为造山带的这一重大地质构造问题, 文献中虽有所涉及, 却无系统论述。残余洋盆(remnant basins)和剩余洋盆(residual basins)^[34]、残余弧后盆地(relict back-arc basins)^[30]、碰撞盆地(collisional basins)^[32]、以及前陆盆地(foreland basins)或前渊(fores - deeps)^[27]等沉积盆地, 虽然都与洋盆闭合及碰撞型造山带的形成有关, 但是除个别为正在收缩的洋盆(如残余洋盆)外, 其余多发育在碰撞造山作用终止以后。

那么, 洋盆是如何消失的, 碰撞造山带的形成是瞬时的地质事件还是分阶段的较长地质过程, 陆缘碰撞后是否还会在一定时期内有残余海域存在, 如果有, 该海域与其它类型的沉积盆地有什么样的异同点, 等等。所有这些问题, 不仅仅涉及认识碰撞型造山带的形成过程, 而且关系到能否比较准确地重建地球表层沧海桑田的演变历史。

80年代, 笔者有幸在李春昱教授指导下对中国北方古生代造山带的形成演化, 做了初步研究。除在区域大地构造方面获得一些新资料和新认识外, 尝试探讨了上述重大问题, 发现碰撞造山作用是一个较长的地质过程, 洋盆收缩闭合经残余海盆阶段后, 才转化为碰撞型造山带。本文对此初步认识, 加以总结, 期望能激发对此有兴趣的地质学家, 共同深入探讨古洋与古陆的转化过程, 进而有益于认识陆内古造山带的形成与演化。

二、陆间残余海盆的特征及识别准则

(一) 陆间残余海盆的定义

* 本文是在第二届中国青年地质工作者学术讨论会(1991, 北京) 优秀论文基础上修改而成的, 原文题目为“陆间残余海盆——岩石圈板块构造演化的一个重要阶段”

众所周知,海陆界线是地理环境的分界,无论是活动陆缘还是被动陆缘,都大面积为海水所覆盖。当洋壳俯冲殆尽,两个为洋盆所分割的陆缘碰撞时,通常所说的碰撞造山作用就开始了,而海域不会立即随之消失。另外,到达海沟的被动陆缘因成分与洋壳不同,以密度小浮力大为特征,这样将使俯冲作用中止。除非地球动力学环境发生改变,否则此后的地块将持续相向运动,并伴随应力的积聚和残余海域内的沉积作用。当所积聚的应力超过一定极限时,最终发生通常所说的碰撞造山作用。

中国新疆和内蒙古东部的古生代造山带形成过程中,洋盆闭合、陆缘碰撞与大规模碰撞造山事件之间,普遍发育与洋盆有成因联系的海相盆地。其底板性质、成因、沉积作用以及与碰撞造山作用的关系等,都不同于文献中所提到的各类沉积盆地(表 1)^[27,30,32,34]。

表 1 与碰撞型造山带有关的沉积盆地

Table 1 Sedimentary basins related to collisional orogenic belts

盆地类型	残余洋盆	剩余洋盆	残余弧后盆地	前陆盆地	碰撞盆地	陆间残余海盆
前身	洋盆	洋盆	弧后盆地	被动陆缘	弧前盆地	洋盆
底板	洋壳	洋壳	洋壳或过渡壳	陆壳	过渡壳	陆壳+过渡壳+陆壳
沉积作用 (盆地中心)	远源复理石 和远洋沉积	远洋沉积→ 陆源沉积→ 陆相沉积	远源沉积→ 陆源沉积→ 陆相沉积	近源浅海或 陆相沉积	近源陆源沉积	近源浊积岩(下 磨拉石)→非补 偿沉积→陆相 沉积
与碰撞造 山作用的 关系	发育在陆缘 碰撞之前	未发生陆缘 碰撞,洋盆终 止收缩	发育在碰撞 造山带形成 之后	发育在碰撞 造山带形成 之后	发育在陆缘碰 撞以后碰撞造 山带形成之前	发育在陆缘碰 撞以后碰撞造 山带形成之前
沉积环境	海相	海相→陆相	海相→陆相	以陆相为主, 早期可为海 相	海相→陆相	以海相为主,晚 期可为陆相

根据以上分析,提出“陆间残余海盆”这一概念,用来专指发育在大规模碰撞造山事件之前,洋盆闭合陆缘碰撞之后,与古洋盆有成因联系的海相沉积盆地。该海盆前身为洋盆,位于原为洋盆分割的陆块之间而不是山前,其进一步演化,靠近前陆一侧有可能发育成前陆盆地。

(二) 古造山带区陆间残余海盆阶段的识别准则

认识到在洋盆闭合、陆块碰撞和碰撞造山带形成过程中存在着残余海盆这一重要阶段,在某种程度上深化了人们对古洋消亡过程的认识。那么,具体研究一个地区时,如何从残缺不全的地质记录中,识别出陆间残余海盆建造,确定陆间残余海盆阶段的时限呢? 根据对新疆东准噶尔和内蒙古东部等地的研究,笔者认为可从如下几个方面入手。

1. 建造序列

作为一种独特的沉积盆地,它所处的构造背景,决定了其中的充填物将具有与其它环境沉积物不同的特点。中国北方内蒙古东部、准噶尔和天山等古生代造山带中所识别出的陆间残余海盆沉积物,总体上具有如下共性,即均以陆源碎屑岩为主,缺少火山岩和碳酸盐岩。在纵向上,其底部以近源粗碎屑浊积岩为主,碎屑成分视邻近源区而异,海域两侧以陆源碎屑为主,中心部位富含蛇绿岩碎屑;下部以陆源浊积岩为主,中部在海盆中心部位常发育非补

偿沉积的黑色页岩和粉砂岩,其中可夹少量碳酸盐岩透镜体;上部则渐变为浅海相或河湖相的粗碎屑岩。以上序列仅发育在海盆中心部位,两侧则岩性单一,均以陆源碎屑岩为主,碎屑成分视陆缘性质而异。在陆间残余海盆沉积物之上,不整合覆盖有同造山钙碱性火山岩,在多数地区,可见同造山至后造山的钙碱性花岗岩侵入陆间残余海盆沉积物。就沉积区域而言,早期范围最大,表现为陆间残余海盆沉积物的底部常超覆在不同单元的地质体之上,包括弧后、弧、弧前和被动陆缘的隆起剥蚀区,都可为陆间残余海盆沉积物所覆盖。这似乎可归因于随着两侧陆块的相向运动,海水相对向两侧超覆。一般说来,这种超覆是相对短暂的。陆间残余海盆的演化总体上表现为沉积区域逐渐缩小的趋势,上述残余海盆沉积物的上部粗碎屑岩多见于该海盆的中间地带。

2. 底板结构

陆间残余海盆的底板为已碰接的陆缘区。因碰撞型造山带前身古洋两侧陆缘类型的差异,陆间残余海盆的底板结构可以有两种类型:(1)被动陆缘+增生碰撞杂岩+活动陆缘;(2)活动陆缘+增生碰撞杂岩+活动陆缘(图1)。

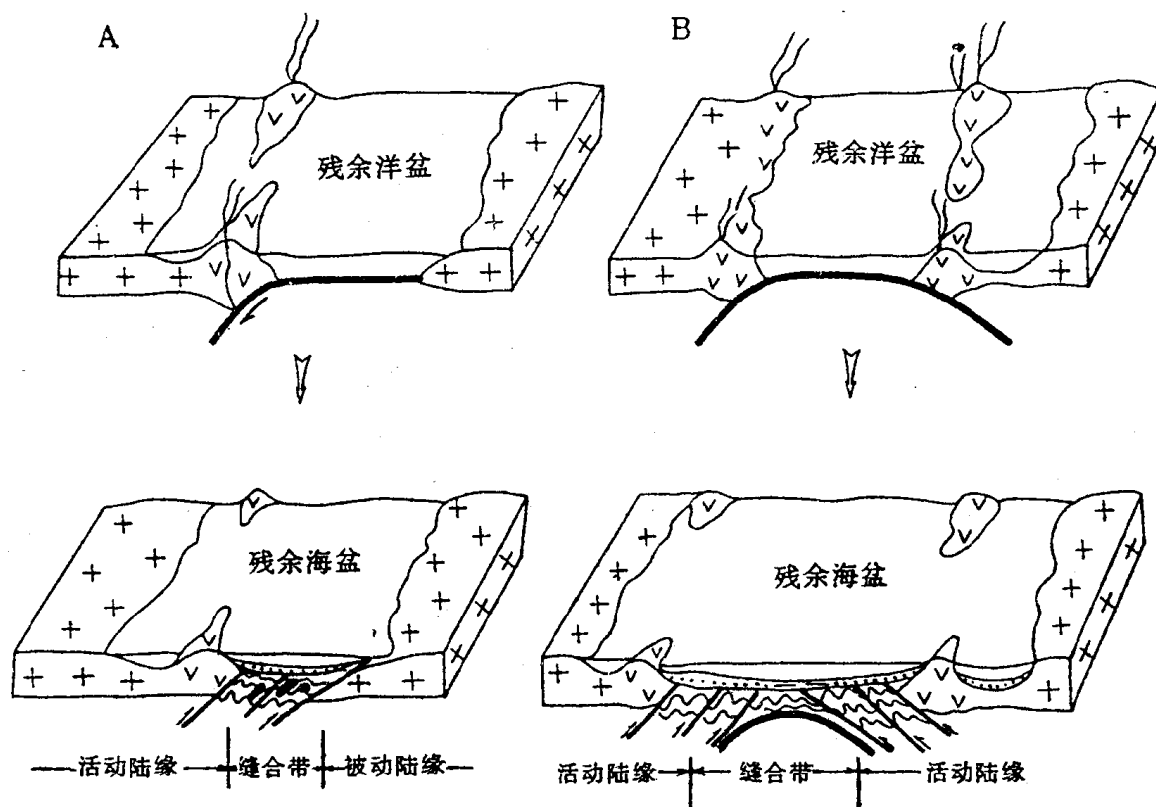


图 1 陆间残余海盆的形成与底板结构示意图

Fig. 1 Schematic diagram for the formation and floor-texture of the intercontinental remnant seas

3. 与造山作用的关系

由上文所述陆间残余海盆的定义和建造特征,不难看出,由洋盆转化为陆间残余海盆,标志是陆缘碰接。这种碰接,伴随有陆缘间的局部造山作用。在各造山带中,陆间残余海盆沉积物无一例外都卷入强烈造山作用,侵入其中的同造山至后造山花岗岩和以高角度不整合覆于其上的同造山陆相火山岩,都揭示出在陆间残余海盆的晚期,发生了导致碰撞型造山

带形成的大规模造山作用。因此,可以得出如下结论,即陆间残余海盆起始于陆缘碰撞的局部造山,终止于碰撞型造山带最后形成的大规模造山。

4. 陆间残余海盆阶段的时限

陆间残余海盆充填物中的古生物化石,可以提供该海盆存在时代的重要信息。但是由于并不是所有层位的充填物内都赋存有古生物化石,因此也就常常不能据此确定陆间残余海盆存在的时限。

陆间残余海盆与造山作用的密切关系,使我们可以根据造山作用的记录来确定陆间残余海盆阶段的上限和下限。陆缘碰撞虽然仅导致局部造山,但它是古洋盆演化过程中的一个重要转折点,必定在地质记录中留下明显踪迹。后期强烈造山作用和后造山阶段地壳的差异隆升,常使陆间残余海盆沉积物的底界出露地表,使我们可以增生碰撞杂岩区见到标志早期局部造山作用的不整合,在两侧陆缘区识别出同期的沉积间断、超覆不整合或其他一些标志某种地质作用结束或开始的信息。根据这些资料,就可以确定陆间残余海盆阶段开始的年代。一般说来,早期文献中的下磨拉石,大致相当于陆间残余海盆沉积物的底部。

导致碰撞型造山带最终形成的大规模造山作用,在使陆间残余海盆沉积物和下伏地质体强烈变形的同时,还伴生有深熔钙碱性到偏碱性中酸性岩浆的侵入和喷发。由此形成的火山磨拉石(相当于早期文献中的上磨拉石)与下伏地质体之间的高角度不整合以及同期侵入体的年龄,不仅可以提供碰撞型造山带形成时代的重要信息,也可以据其确定陆间残余海盆阶段的上限。

三、陆间残余海盆的典型实例——新疆东准噶尔 卡拉麦里早石炭世晚期至晚石炭世早期的海盆

卡拉麦里晚古生代造山带由一系列北倾的逆冲叠瓦岩片构成,近年研究发现,其前身为泥盆纪初形成的洋盆^[10,12,13]。该造山带中的石炭纪南明水组海相碎屑岩系,一直被认为是大陆边缘沉积物^[6,8,19,20]。然而最新研究表明,这套地层不整合覆于卡拉麦里蛇绿岩之上,其时代为早石炭世晚期至晚石炭世早期。区域上与之相当的地层分布广泛,底界均为平行不整合或超覆不整合;沉积环境的分析,揭示出这套覆于活动陆缘的蛇绿岩和被动陆缘之上的沉积地层,形成于统一的海域,即继卡拉麦里洋盆之后的陆间残余海盆^[10-14]。

根据野外调查和室内综合研究,卡拉麦里陆间残余海盆的底板,自北而南依次为西伯利亚古板块西南缘活动陆缘(野马泉火山弧、弧后和弧前区)、卡拉麦里缝合带和准噶尔地块北部被动陆缘区。在不同部位,海盆充填物的特征不尽相同。在该海盆中心的卡拉麦里缝合带上,充填物不整合覆于蛇绿岩之上,底部岩性因下伏岩系而异,已发现分别有蛇纹质砂砾岩(下伏为蛇纹岩)和辉长质硬砂岩(下伏为辉长岩);下部为厚约数百米的浊积岩,含有不同比例的蛇绿岩碎屑;中部为 500m 左右的黑色页岩、粉砂岩夹灰岩透镜体;上部为灰色硬砂岩及浊积岩。总厚约 1500m。向南至准噶尔地块北缘,相当层位的地层平行不整合覆于晚志留世陆表海沉积物之上,岩性为灰色近源浊积岩系,沉积构造表明碎屑物质来自准噶尔盆地内部,总厚度大于 1000m。向北至野马泉火山弧及弧前区,残余海盆沉积物被称为卡姆斯特组,由灰色浊积岩系构成,厚度及顶底关系均未查清。再向北至弧后区,同时代沉积物称散都克塔什组,为厚度不到 1000m 的以灰色为主的近源碎屑岩,平行不整合覆于早泥盆世晚期

至早石炭世早期的弧后沉积物之上。总体上看,海盆中心部位岩石类型多样、厚度较大,层序亦相对完整;在岩性方面,各地虽有差异,但均为碎屑岩系,碳酸盐岩不发育,没有火山岩。造山晚期的花岗岩侵入上述沉积岩系,同造山的晚石炭世早期巴塔玛依内山组钙碱性火山岩以高角度不整合覆于陆间残余海盆沉积物之上。

盆地中心黑色细碎屑岩的存在,表明该区当时处于非补偿沉积环境,比较合理地解释是当时海盆中心下陷,两侧并未快速上升,因而也未向中心供给充足的碎屑。从构造变动角度看,这种环境处于相对平静的应力积聚时期。

卡拉麦里陆间残余海盆沉积物的顶底关系,揭示出以洋壳俯冲殆尽为标志的陆缘碰接,所诱发的造山作用仅限于碰接带,对弧及弧后区和被动陆缘大部分地区影响有限。而导致卡拉麦里碰撞型造山带形成的强烈造山作用发生在晚石炭世早期,即陆间残余海盆阶段的末期。

综上所述,卡拉麦里造山带的形成可以概括为陆缘碰接局部造山、陆间残余海盆应力积聚和全面强烈碰撞造山等三个阶段(图 2),其中陆间残余海盆阶段约持续了将近 30Ma(从维宪期到纳缪尔期)。

四、陆间残余海盆与板块碰撞造山作用

如上文所述,陆间残余海盆发育于洋盆闭合之后碰撞型造山带的形成过程之中。那么,要识别出“陆间残余海盆”,就要重新认识板块碰撞和板块碰撞造山作用等概念以及碰撞型造山带的形成过程。

迄今为止,岩石圈板块碰撞,被视为古洋盆闭合及碰撞造山作用的同义词语。但对于如何确定地质历史上板块碰撞的时代,不同专业的学者则有不同的判别准则。地质学家常以其所研究区出露的最年轻蛇绿岩时代的上限,或深水沉积的时代上限,或据海相沉积的终结等做为标志;古生物学家认为板块碰撞必导致古生物地理区屏障的消失,以致不同区系的古生物混生;古地磁学家则坚持认为板块碰撞后,曾被洋盆分隔的地块的古地磁极移曲线将完全一致。正因为如此,对于某一地区洋盆闭合板块碰撞的时代,常有多种差别很大的说法。例如,对中朝古板块和西伯利亚古板块之间的碰撞时代,地质学家们有泥盆纪晚期^[38]、石炭纪末^[9]和早二叠世^[4,5]等三种意见;古生物学家认为是二叠纪晚期^[1-3,16,18];而古地磁学家则认为发生在侏罗纪中晚期^[31,33]。

根据对沉积作用的研究,识别出“陆间残余海盆”阶段,再来分析上述论点的由来,就不难发现,不同学者的不同观点,原来是反映了该区地质历史上的不同地质构造事件。在中朝古板块与西伯利亚古板块之间,虽然有比较确切时代依据的蛇绿岩形成于泥盆纪(贺根山),但尚不能否定有石炭纪(索伦山?)的可能。所以,泥盆纪晚期的构造事件很可能为局部碰撞或增生,以陆缘碰撞洋壳消减殆尽为标志的两大板块碰撞很可能发生在石炭纪晚期,继之为二叠纪早—中期陆间残余海盆阶段。陆缘碰撞之后,陆间残余海盆的存在,对古生物地理区系仍将起到一定的阻隔作用,尤其是古植物群的混生,很可能到陆间残余海盆阶段的晚期才发生。笔者认为,古生物分区的消失和海相沉积的终止,均标志着导致陆间残余海盆阶段结束和碰撞型造山带最终形成的大规模造山作用的开始。在这一造山作用过程中及其以

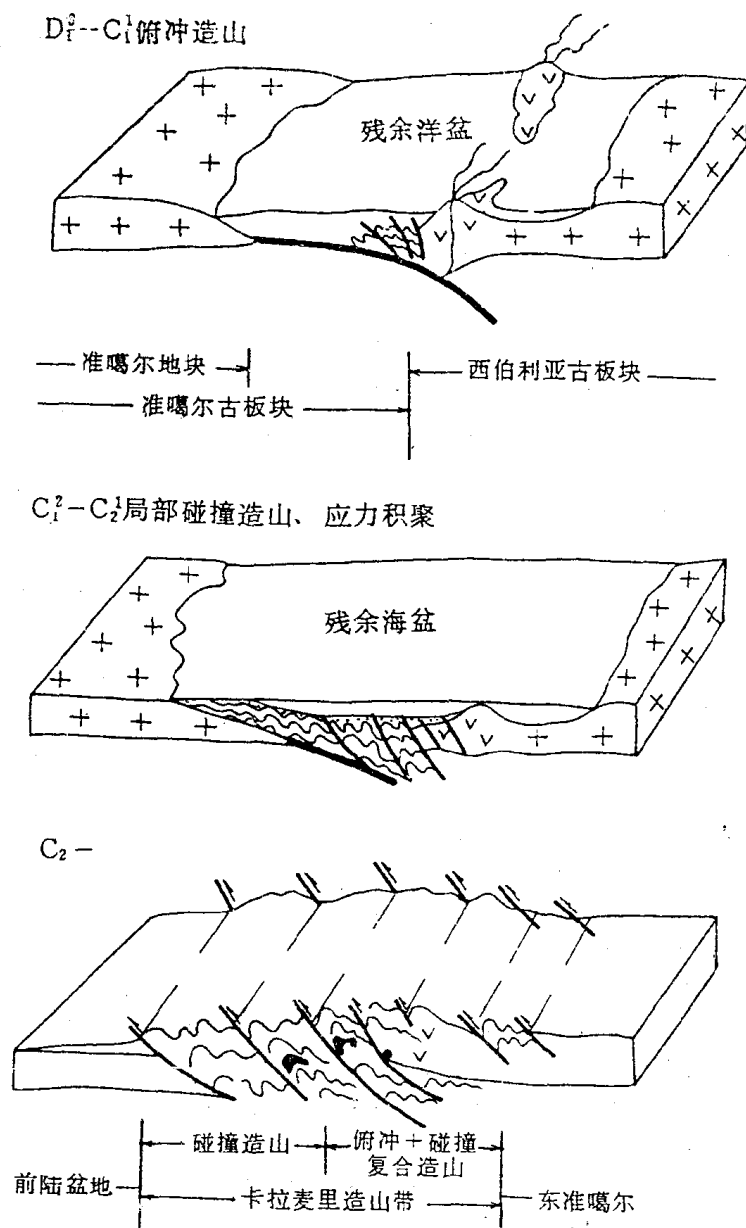


Fig. 2 Schematic diagram for the formation and evolution of Karamaili Late Paleozoic orogenic belt, East Junggar, NW China

基于以上分析,笔者得出如下认识,即板块碰撞是相对短暂的事件,建议定义为曾被古洋分隔的古陆缘的碰接过程,所伴生的造山作用仅局限于板块碰接带上;板块碰接以后,洋

盆转化为陆间残余海盆,地质作用表现为以陆源碎屑沉积作用为主,在地质构造方面,主要是应力积聚时期;除非地球深部动力学环境或区域大地构造背景发生突变,大规模造山作用将在应力积聚达到一定程度时发生,导致海相沉积结束,通常所说的碰撞型造山带形成。从陆缘碰撞,经陆间残余海盆,到碰撞型造山带的形成,所有地质作用都与曾为古洋所隔的地块持续相向会聚运动,有着密切的内在联系,共同构成所谓碰撞造山作用。换言之,碰撞造山作用包括陆缘碰撞局部造山、陆间残余海盆应力积聚和陆块叠覆大规模造山等三个阶段。

致谢: 本项研究是在李春昱教授指导和鼓励下完成的;工作期间,还得到王荃、肖序常、汤耀庆、任纪舜、姜春发、冯益民、朱宝清和赵民等的指导和帮助。对以上各位学者专家,以及因篇幅所限不能一一提到的曾经给予笔者以不同程度帮助的其他许多单位和个人,笔者一并表示衷心的感谢。

参 考 文 献

- [1] 王鸿祯, 1981, 从活动观点论中国大地构造分区. 地球科学——武汉地质学院学报, 第 1 期, 第 42—74 页.
- [2] 王鸿祯, 1985, 中国主要构造域的划分及其古地理发展的基本阶段. 中国古地理图集说明书, 地图出版社, 第 5—10 页.
- [3] 王鸿祯、杨森楠、刘本培等, 1990, 中国及邻区构造古地理和生物古地理. 中国地质大学出版社.
- [4] 王荃, 1986, 内蒙古中部中朝与西伯利亚板块间缝合线的确定. 地质学报, 第 60 卷, 第 1 期, 第 31—43 页.
- [5] 王荃、刘雪亚、李锦轶, 1991, 中国华夏与安加拉古陆间的板块构造. 北京大学出版社.
- [6] 成守德、王广瑞、杨树德、靳金生、祝皆水, 1986, 新疆古板块构造. 新疆地质, 第 4 卷, 第 2 期, 第 1—26 号.
- [7] 李春昱、王荃、刘雪亚、汤耀庆, 1982, 亚州大地构造图说明书. 地图出版社.
- [8] 李春昱、王荃, 1983, 我国北部边陲及邻区的古板块构造与欧亚大陆的形成. 中国北方板块构造论文集(1), 中国地质科学院沈阳地质矿产研究所出版, 第 3—16 页.
- [9] 李锦轶, 1981, 内蒙古东部中朝板块和西伯利亚板块之间古缝合带的初步研究. 科学通报, 第 31 卷, 第 14 期, 第 1093—1096 页.
- [10] 李锦轶、肖序常、汤耀庆、赵民、冯益民、朱宝清, 1988, 新疆东准噶尔卡拉麦里地区古板块构造研究的新进展. 科学通报, 第 33 卷, 第 10 期, 第 762—764 页.
- [11] 李锦轶、朱宝清、冯益民, 1989, 南明水组 and 蛇绿岩之间不整合关系的确认及其意义. 中国区域地质, 第 3 期, 第 250—255 页.
- [12] 李锦轶、肖序常、汤耀庆、赵民、冯益民、朱宝清, 1990, 新疆东准噶尔卡拉麦里地区晚古生代板块构造的基本特征. 地质论评, 第 36 卷, 第 4 期, 第 305—316 页.
- [13] 李锦轶, 1990, 论造山带形成演化的一种板块构造模式——以新疆卡拉麦里晚古生代造山带为例. 地学探索, 第 3 辑, 第 1—8 页.
- [14] 李锦轶、朱宝清、冯益民, 1990, 新疆东准噶尔卡拉麦里地区南明水组研究的新进展, 新疆地质科学, 第 2 辑, 第 1—8 页.
- [15] 肖序常、汤耀庆、李锦轶、赵民、冯益民、朱宝清, 试论新疆北部大地构造演化. 新疆地质科学, 第 1 辑, 第 47—68 页.
- [16] 郭胜哲, 1986, 中朝板块与西伯利亚板块拼合时限的确定及其生物地层学依据. 中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊, 第 14 号, 第 128—136 页.
- [17] 曹从周、杨芳林、田昌烈、袁朝, 1986, 内蒙古贺根山地区蛇绿岩及中朝板块和西伯利亚板块之间的缝合带位置. 中国北方板块构造论文集, 地质出版社, 第一集, 第 64—76 页.