

现代地质学研究文集

[上]

Symposium of the Researches on Modern Geology

[Volume I]

李清波 戴金星 主编
刘如琦 李继亮



南京大学出版社

前 言

《现代地质学研究文集》(上、下)一书,是1990年6月11日至13日在南京大学召开的《岩石圈演化对比和IGCP267项中国组学术会议》的论文汇编。献给我国著名地质学家、IGCP267项中方主席郭令智教授从事地球科学工作五十周年的最新科研成果。

半个多世纪以来,郭令智教授为发展我国的地球科学事业,培养地质人才做出了卓越的贡献,取得了丰硕的成果。

他1915年出生于湖北安陆,1938年毕业于中央大学地质系。尔后曾和李承三、袁见齐一起参加了西康考察团,1940年又与朱熙仁、袁见齐一道,对云南省地质矿产资源进行了调查研究,并发表了专著《云南矿产志略》。1940—1946年应聘在中国地理研究所工作。1946—1949年任台湾大学地质系副教授、台湾省海洋研究所副研究员,1947年春参加了我国首批赴南沙群岛的科学考察,并在台湾大学的学报上发表了论述南沙群岛珊瑚礁成因的论文。1949年赴英国伦敦皇家学院进行科学研究工作。新中国成立后,他和当时还在台湾的夫人侯学熹女士(现任中国科学院南京地理研究所研究员)及长子,怀着热爱祖国,建设新中国的赤子之心于1951年毅然回到了年青共和国的怀抱,任南京大学地质系教授。

他长期从事构造地质、区域地质和普通地质学的教学和科研工作,足迹遍布祖国的大江南北、山山水水。他不辞劳苦,辛勤耕耘,为我国培养了一大批品学兼优的地质人材。他和施央申教授等人,指导培养了我国第一位地质博士——杨树锋(现任浙江大学地球科学系主任、教授)。到目前已培养了博士20名,硕士40多名,桃李满天下,许多人都已是各条战线的骨干力量。他锐意进取,著书立说,建立了一整套具有自己特色的学术思想,为我国地球科学的发展起了积极作用。

郭令智教授于1959年光荣地加入了中国共产党,同年十月曾作为先进工作者参加北京的国庆十周年观礼。他历任南京大学地质系构造教研室主任,南京大学副校长,南京大学代校长,国务院学位学委会第二届学科评议组成员,中国地质学会第33届副理事长,国际岩石圈委员会中国委员会第二工作组组长,南京大学校长顾问等职。曾多次赴美、日、法、泰等国访问、学术交流和考察,加强了国际地质学界的学术交流,共同促进全球地学的不断向前发展。

《现代地质学研究文集》一书分上、下两册,由南京大学出版社出版。上册由李清波、戴金星、刘如琦、李继亮负责主编,下册由施央申、卢华复、马瑞士、孙岩负责主编。主要内容涉及我国现代地质学的板块构造、地体、构造变形、地质年代、地球化学及矿产地质等方面的最新研究成果。实际资料极为丰富,图文并茂,具有较高的理论水平和较强的实用价值,是我国广大地质工作者难得的一部参考书。

该书自始至终得到了郭令智教授的关心和指导,并得到了中国地质大学王鸿祯教授的支持和帮助,此外,冶金部天津地质研究院《地质找矿论丛》编辑部的许文斗、赵国权高级工程师和李永明、李英华工程师参加了上册的部份编辑加工工作,下册由南京大学出版社有关同志负责编辑加工工作。上册的图件由李精益工程师清绘,在此一并表示感谢。

目 录

印、藏碰撞的两种远距离构造效应·····	郭令智 施央申 卢华复等(1)
碰撞造山带大地构造相·····	李继亮(9)
塔里木盆地板块构造演化·····	贾承造(22)
东天山板块构造研究·····	王 超 马瑞士 叶尚夫等(30)
地体学说及其在东疆的初步应用·····	竺国强(39)
东天山博格达-哈尔里克构造带石炭纪火山岩的地球化学特征及其大地构造意义·····	姜洪训 胡健民(49)
吐鲁番盆地的地质特征·····	陈蟠蛟(60)
北山地区旱山一带澄江期花岗岩的发现及其地球化学特征·····	左国朝 刘春燕 冯永忠等(68)
北祁连山两种类型蓝片岩及其构造特征·····	吴汉泉 宋述光(74)
青藏高原西部叶城-狮泉河地质路线构造演化·····	潘裕生(81)
东秦岭地区古洋盆及其两个大陆边缘·····	秦德余 高长林 吉让寿(91)
欧亚板块与印度板块拼合带研究的新进展-以横断山区为例·····	陈炳蔚(98)
丹东韧性剪切带的变形特征及其与金矿化的关系·····	刘如琦 王宇明 崔文智等(108)
蓟县中-上元古界剖面同位素地质年代学进展·····	陆松年(122)
鲁东联合地体的走滑拼贴构造研究·····	贾 东 何永明 施央申(130)
引张作用与华南晚古生代的地质演化·····	夏邦栋(138)
中、下扬子区区域性的伸展拉覆断层及其褶皱·····	罗庆坤 姜大志 刘国生(147)
大别山高压变质带及其中的金刚石·····	徐树桐 刘贻灿 江来利等(157)
大别碰撞造山带岩浆作用的地球化学特征·····	王凯怡 徐树桐(166)
郑庐断裂带江苏段及邻区第四纪分段活动特征的初探·····	谢瑞征 丁 政 李端路(177)
郑庐断裂带内一个小型裂谷盆地——淮北凹陷·····	张逸坤(186)
华北板块南缘大陆地壳演化及金矿床·····	富士谷 陈衍景(193)
中国三大板块晚古生代、中生代古地磁结果与构造演化,相互关系的初探·····	方大钧 杨树锋 郭亚宾等(199)
浙闽地区变质岩的 Sm-Nd 同位素研究·····	沈渭洲 凌洪飞(211)

中国含油气盆地的构造类型..... 童晓光(220)

岩性稳定性与逆掩推覆构造带类型..... 姚永耘(226)

构造活动带中有机质的地球化学特征..... 贾蓉芬(233)

上海及邻区断裂系统中变形岩石、矿物、流体包裹体的研究及其构造作用、地震活动特征.....
..... 刘 斌 沈爱君 高灯亮等(240)

古构造在气藏形成中的重大作用..... 戴金星(259)

SYMPOSIUM OF THE RESEARCHES ON MODERN GEOLOGY

(1)

Tow kinds of remote structual effects resulting from the India and Qinghai-Tibet collision	Guo Lingzhi, Shi Yangshen, Lu Huafu, et al(1)
Tectonic facies in collisional orogenic belts	Li Jilang(9)
Plate thctonic evolution of Talimu basin	Jia Cheng zao(22)
Research on the plate tectonics of Eastern Tianshan,NW Chian	Wang Chao, Ma Ruishi, Ye Shangfu et al. (30)
Terrain theory and the primary application in East Xinjiang	Zhu Guoqiang(39)
Geochemical characteristics of Carbonifarous volcanics in Bogeda-Harige tectonic belt of the East Tian-shan area and the geotectonic significance	Jiang HongXun, Hu Jianmin(49)
The geological characteristies of Tulufan basin	Chen Mangjiao(60)
Discovery of Chenjiang period granite in Hanshan area of Beishan and Its geochemistry feature ...	Zuo Guochao, Liu Chunyan, Feng Yongzhong(68)
Two types of blueschist and their structural featues in North Qilian mountains	Wu Hanquan, Song Suguang(74)
Tectonic evolution of geotraverse from Yecheng to Shiquanhe	Pan Yusheng(81)
On the ancient oceanic basin and it's two continental margins in the East Qinling	Qin Deyu, Gao Changlin, Ji Rangshou(91)
Recent advances in the study of the amalgamation zone between the Eurasian and Indian plates-taking the Hongdunshan region (transect mountains) as an example	Chen Bingwei(98)
Dandong ductile shear zone;deformational characteristics and relationships to gold mineralization ...	Liu Ruqi, Wang Yuming, Cui Wenzhi et al. (108)
Chronology of Jixian Section of middle-upper Proterozoic strata	Lu Shongnian(122)
Research on the docking accretion of the Eastern Shāndong Terrane, East China	Jia Dong, He Yongming, Shi Yangshen(130)
Extension processes and the geological evolution of Late Paleozoic Ear in South China	Xia Bangdong(138)
Regional extensional covering faults and their folding	Luo Qingkun, Jian Dazhi, Liu Guosung(147)
High-pressure metamorphic belt and diamod in it, Dabie mountain	Xu shutong, Liu Yicang, Jiang Laili et al. (157)
Geochemical characteristics of magmatics in Debie Collisional Orogenic Belt	Wang Kaiyi Xu Shutong. (166)
Preliminary discussion on segment division by Quaternary active characteristics of Tancheng-Lujing	

fracture zone in Jiangsu and the neighbour areas	Xie Ruizheng, Ding Zheng, Li Duanlu(177)
A small intracontinental rift basin, Weibei Depression, within Tanlu Fault Zone in East China ...	
.....	Zhang Yikun(186)
Continental crust evolution and gold deposits at the south margin of the North China platform	
.....	Chen Yanjing, Fu Shigu(193)
Preliminary discussion on the tectonic evolution and the relationships between three major plates of China from paleomagnetic data of Paleozoic to Mesozoic	
.....	Fang Dajun, Yang Shufeng, Guo Yabin et al(199)
Sm-Nd isotopic study of metamorphic rocks in Zhejiang and Fujian district	
.....	Shen Weizhou, Ling Hongfei(211)
Tectonic classification of petroliferous basin in China	Tong Xiaoguang(220)
Relationship between lithological stability and types of overthrust belts	Yao Yongyun(226)
Geochemical characteristics of organic matter in the active tectonic belt	Jia Rongfen(233)
Research on deformed rocks, minerals and fluid inclusions in the fracture system and character on tectonization, seismicity in Shanghai and its neighbourhood	
.....	Liu Bin, Shen Aijun, Gao Dengliang et al. (240)
Significance of palaeo-structure to gas accumulation reservoir	Dai Jinxing(259)

印、藏碰撞的两种远距离构造效应

郭令智 施央申 卢华复 马瑞士 俞鸿年 孙 岩
陈智娜 张庆龙 王良书 贾 东 舒良苏

(南京大学地球科学系)

1 引 言

Molnar 和 Tapponier 等人曾就印、藏大陆碰撞引起的滑线场论述了中国大陆地震活动的起因(Molnar and Tapponier, 1976; Tapponier and Molnar, 1977; Tapponier et al, 1982, 1986)^[1,2,3]。作者等从构造变形的材料提出了印、藏板块碰撞的远距离效应的两种类型,它们都是有一定特征型式的有形的构造。滑线场所控制的地震活动是板块碰撞远距离效应的现代构造活动的表现。

吴功健等(1989)^[4]通过地学断面的研究,在青藏高原划分出了六个地体,自南而北是:喜马拉雅地体、冈底斯(拉萨)地体、羌塘地体、巴颜喀拉地体、南昆仑地体、北昆仑地体。夏斌(Xia 1990)认为,朗木错-澜沧江断层划分开了冈瓦那亲缘地体和特提斯亲绿地体,同时还划分了一些蛇绿岩地体。这些地体多数在古生代时位于南半球的中、低纬度地带,在晚古生代分裂、向北漂移,经过古特提斯洋,在中、新生代联合增生于欧亚大陆的南部边缘。卢华复等(Lu et al, 1990)指出^[6],在青藏高原东部走向转为东南的羌塘-印支地体作为细末利大陆(Cimelian Continent)的一部分,是从冈瓦那大陆分裂出来的,三叠纪时和扬子大陆板块碰撞,并仰冲于后者之上,继而走向转向南的拉萨地体于侏罗纪俯冲于羌塘-印支地体之下。

青藏高原的构造格架以东西走向的巨型推覆蛇绿岩和不同年龄的片麻岩为特征(肖序常等,1988)^[7]。其东部转入三江褶皱带,包括南北走向的右行走滑断裂带(李继亮,1988)^[8]。远离雅鲁藏布缝合线的,发育于上述地体之间的巨大边界断裂带,如斑公湖-怒江断裂带,可可西利-金沙江断裂带的再活动均反映了印藏板块碰撞的远距离构造效应。青藏高原外围的大断裂带常常是斜俯冲的 A 型俯冲带,例如左行走滑的阿尔金断层、北祁连断层、龙门山推覆带。它们多向高原倾斜,高原岩体向外推覆。另一方面高原也被更新世和全新世的磨拉石所环绕。显然分布宽广的陆内俯冲最能解释中国西部的活跃的新构造运动。

我们的研究区为滇西龙陵的镇安盆地和新疆的东天山南部(图 1)。印度板块与青藏超地体(地体群)的第三纪碰撞缝合线顺雅鲁藏布江向南转入阿拉贡山和安达曼群岛以西的海沟。上述研究区远离这一碰撞缝合线,甚至在青藏高原范围以外。镇安在缝合线以东 500km,天山

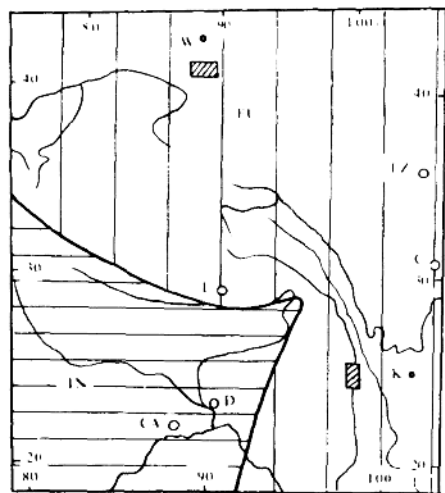


图1 研究地区位置图

Fig. 1 Diagram showing location of the study area.

斜线方块为研究区;粗线为印欧板块碰撞缝合线;EU为欧亚板块;IN为印度板块;CA:加尔各答;D:达卡;L:拉萨;K:昆明;C:成都;LZ:兰州;W:乌鲁木齐

构造效应的两种形式。

2 镇安型构造

怒江断裂带南北延伸达 1000km,镇安盆地就位于怒江断裂之西侧(图 2、3)。盆地的基底主要为前寒武纪和寒武纪绿片岩相变质岩和混合岩。更新世砾石层和粘土层不整合覆盖其上。在此盖层中褶皱断层广泛发育。盆地的西南边界断层(f_1)走向 $N30^\circ \sim 45^\circ W$,倾向 SW,倾角 $35^\circ \sim 70^\circ$ 。断层上盘混合岩和变质岩向东北逆冲于更新世地层之上。盆地东北边缘断层 f_{1s} 走向 $N30^\circ W$,倾向 NE,延伸较短,发育在混合岩中,它也是盆地沉积时形成的一条逆断层。因而盆地全貌为一逆断层地堑。

镇安盆地的西南边界断层 f_1 以东,在更新统砾石粘土层中发育了北西走向的 F_2 背斜及其两侧向斜 F_1 、 F_3 。 F_1 位于背斜 F_2 的西南,向斜 NE 翼倾向 SW,倾角 20° ,SW 翼近直立或倒转倾向 SW,整体成为一倒转向斜,轴面向 SW 倾斜。 F_2 和 F_3 则均为宽缓的褶皱形态。这些褶皱和 f_1 断层组合显示了西南边界断层上盘向盆地内的侧向近水平推挤作用。盆地的更新世沉积中还发育了 NNE 走向的右行平移断层 f_2 、 f_3 ,NW 走向的左行平移断层 f_4 、 f_5 ,以及横向断层 f_6 、 f_7 。所有这些构造反映了 NEE-SWW 侧向近水平挤压和复杂的断裂网络的构造特征。在盆地中部更新统粘土层中发育的区域性平面共轭节理统计求得 σ_1 为 $231^\circ \angle 6^\circ$, σ_2 为 $81^\circ \angle 83^\circ$, σ_3 为 $323^\circ \angle 2^\circ$ (图 2 右下赤平投影),这正说明了这一构造应力场的特征。

缝合线在以北 1500km。

滇西和天山均有巨大的地势起伏。滇西为南北走向割切极深的高山深谷,南天山则为高山与高原戈壁相间。二者地形完全受到活断层的控制,表明新构造运动十分发育。两地频繁而强烈的地震,表明了板内构造应力的十分高的活动水平。然而该两地区的构造线完全不同,构造型式和性质也大不相同。

滇西表现为南北走向褶皱断裂带,其间分布着许多大小不等的新生代断陷盆地。东天山南部构造走向近东西,是由元古代和古生代地层构成的变形带。在新生代晚期发育成东西走向的逆断层地堑和地垒,在地貌上就是天山山体和高原戈壁。由于这两个地带位于缝合线旁侧的不同部位,所以处于不同的构造应力场中,从而形成了不同的构造。本文将从以下证据着手,解决这两个地区令人困惑的新构造问题,进而提出远在青藏高原之外的碰撞远距离构造效应的两种形式。

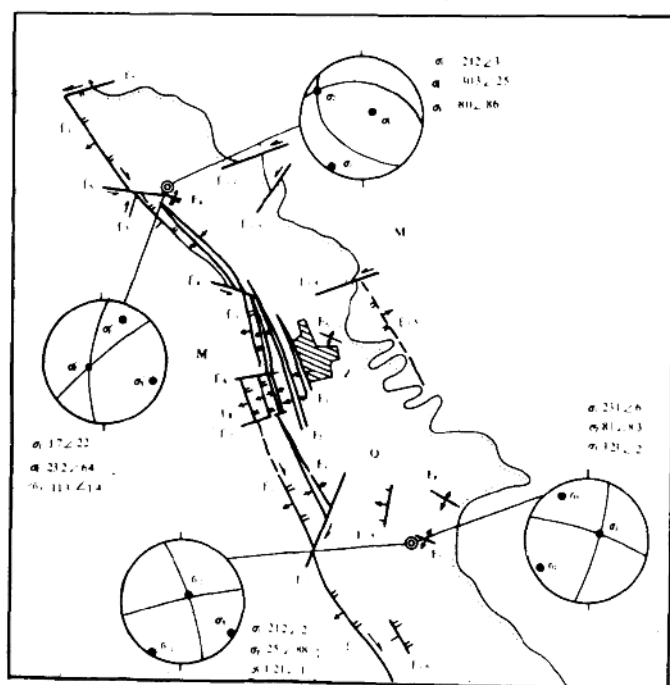


图2 镇安盆地地质略图

Fig. 2 Sketch of geology of Zhen An Basin.

1. 角度不整合线 2. 前寒武系和寒武系变质岩和混合岩 3. 第四系 4. 断层 5. 褶皱 6. 镇安
7. 下半球赤平投影

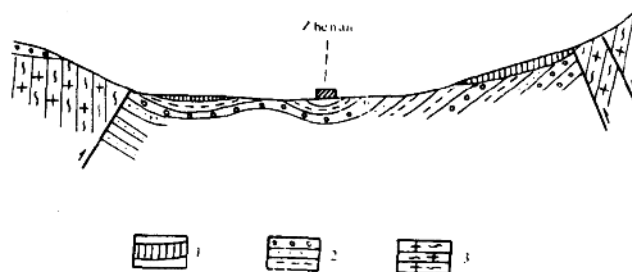


图3 镇安盆地横断面图

Fig. 3 Cross section of Zhen An Basin

1. Q₄ 或 Q₃ 全新统或上新统 2. Q₁-₂ 中、下更新统 3. 前寒武系和寒武系变质岩和混合岩

另一方面,在纵向逆断层 f_1 和 f_{16} 的断面近旁,发育有 R 剪面,显示了这些断层右行平移的性质。同时在盆地中还有几个小型背斜褶皱, F_4, F_5, F_6, F_7 , 它们走向为 NWW, 是 f_1 断层右行平移运动形成的次级拖曳褶皱。 f_8, f_{12}, f_{14} 各断层均为 NEE 走向, 左行平移运动, 它们和 f_1 右行平移的 X 面相当^[9]。在两个地点更新世粘土及褐碳层中的平面 X 型共轭节理统计求得的主应力轴分别为: $\sigma_1 = 212^\circ \angle 2^\circ, \sigma_2 = 25^\circ \angle 88^\circ, \sigma_3 = 121^\circ \angle 1^\circ$ (图 2 左下赤平投影) 和 $\sigma_1 = 17^\circ \angle 22^\circ, \sigma_2 = 232^\circ \angle 64^\circ, \sigma_3 = 113^\circ \angle 14^\circ$ (图 2 左上赤平投影)。盆地北部褐碳层中的剖面逆冲型 X 型共轭节理统计求得主应力轴为: $\sigma_1 = 212^\circ \angle 3^\circ, \sigma_2 = 303^\circ \angle 25^\circ, \sigma_3 = 80^\circ \angle 86^\circ$ (图 2 右上赤平投影)。因此盆地中存在 NNE 向近水平侧向挤压和相应的上述小褶皱及断层, 并一致表明它们是 f_1 断层的右行平移运动的次生应力场和构造变形产物。上述构造关系分析见图 4。

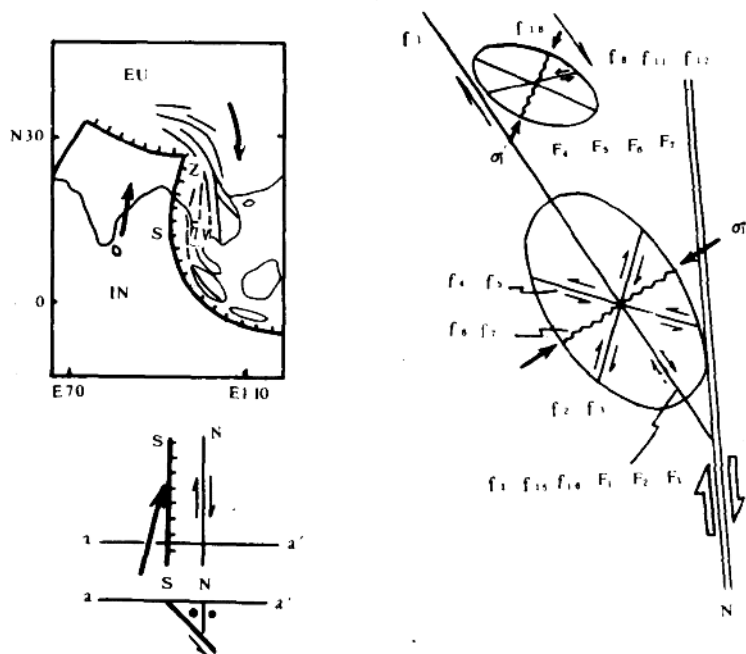


图 4 镇安盆地构造与应力场关系图

Fig. 4 Diagram showing relation of tectonic stress field in Zhen An Basin

σ_1 为主压应力 f 为断层及编号 F 为褶皱及编号 N 为怒江断裂 Z 为镇安盆地 S 为缝合线 大应变椭圆——区域性构造应力场产物 小应变椭圆——次级应力场产物

雅鲁藏布缝合线在喜马拉雅山脉东端急剧由东西向转为南北向而向南延伸。这个南北向段落为典型的低角度斜碰撞缝合线, 因而沿此缝合线必会产生巨大的右行分力。正是这个南北方向的右行剪切运动导致了怒江断裂的左行走滑平移运动。怒江断裂走向约 $N10^\circ W$, 它的右行平移剪切必然导出 $N50^\circ E$ 方向的水平挤压的次生应力场。受此应力场 (σ_1) 控制, 镇安盆地的纵向逆断层走向和褶皱轴向与 σ_1 相垂直, 左行平移断层为 NNE 走向, 右行平移断层为 NWW 走向, 横向断层为 NEE 走向。在怒江断裂右行平移运动持续作用的情况下, 由于纵向断

层 f_1 接近于怒江断裂带的 P 剪切面方位^[9], 因而 f_1 发生与主断裂怒江断裂带同旋向的平移运动, 即右行走滑运动。 f_1 的右行剪切运动产生更次级的构造应力场, 即 σ_1 为大约 $N20^\circ E$ 方向的水平挤压, 并由此又产生了一套与其相应的更小规模的构造变形, 即 NEE 走向的小褶皱和 NEE 走向的左行平移小断层。这种多次派生的应力场关系归纳于图 4 中。可见镇安盆地是一个由怒江断裂走滑造成的、有多序次的复合构造的小型逆断层地堑。我们拟将这种逆断层地堑称为“镇安型地堑盆地”。

3 天山型构造

东天山南部和塔里木盆地北缘存在着几条近于平行的大断层(图 5、6)。自北而南是: 卡拉塔格(Kalatake)断层、喀孜勒塔格(Kezileitake)断层、辛格尔(Xing'er)断层和兴地(Xingde)断层。它们分布在南天山古生代造山带、克鲁克塔格晚元古界、寒武系、奥陶系造山带。由于各造山带有同一侏罗系地层覆盖、所以在侏罗纪前它们已经完成了它们碰撞-拼贴-增生的地质历史。

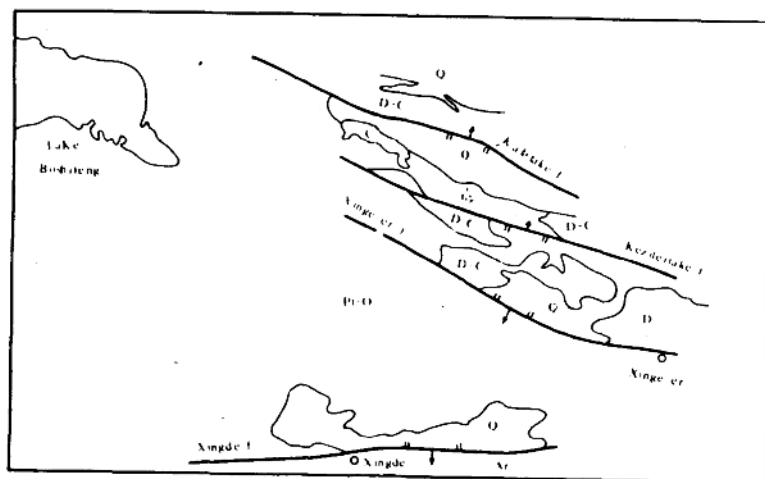


图 5 天山东部新构造简图

Fig. 5 Sketch of new tectonics in the East Tianshan Area.

Q 第四系 D-C 泥盆-石炭系 Pt-O 元古界-奥陶系 A 太古界

卡拉塔格有断层线崖。其上盘位于北面, 由强烈褶皱和破裂的泥盆系、石炭系岩石构造组成了卡拉塔格山体。在南面的下盘由一系列冲积扇组成, 泥盆系、石炭系地层向南低角度逆冲于第四系砂砾岩层之上。

喀孜勒塔格山的南坡由泥盆-石炭系岩层和海西期花岗岩组成, 形成喀孜勒塔格断层的上盘。断层向南逆冲于第四系砂砾岩层之上, 地貌上断层表现为明显的断层线崖, 其前方分布冲积扇群。

辛格尔断层带构成狭窄的山脊,并分开克鲁克塔格块体和南天山造山带。断层带中出露有糜棱岩碎块,表明有早期韧性剪切带的存在。然而它现今又在活动,其上盘向北逆冲,成为克鲁克塔格山,而其下盘为戈壁滩。

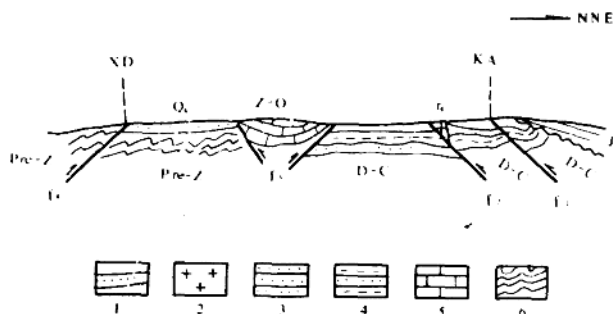


图6 卡拉塔格-兴地塔格地质剖面

Fig. 6 Geological section from kalatake to Xingdetake

1. 第四系 2. 海西期花岗岩 3. 侏罗系 4. 泥盆-石炭系 5. 震旦-奥陶系 6. 前震旦系
f₁: 卡拉塔格断层 f₂: 喀孜勒塔格断层 f₃: 辛格尔断层 f₄: 兴地断层

兴地断层的上盘为太古代兴地群变质岩,地貌上是兴地塔格山,断层向北逆掩在第四系砂砾岩层之上。砂砾岩层被断层拖曳、致使岩层面直立。

上述断层面向北倾斜的卡拉塔格断层和喀孜勒塔格断层,以及断面向南倾斜的辛格尔断层和兴地断层组成了巨大的复合地堑。这反映了南北向的水平挤压,并且必定持续活动到第四纪,控制着现代地貌的发育。

南天山岩石中发育有许多期次的共轭节理系,其中最年轻节理系切割了各岩类、并且没有任何岩脉充填。它未被任何构造切割,而切割其它各种构造。因此它可能是新生代的构造运动的产物。此节理系由一组 NNW 走向右行剪切节理和一组 NNE 走向左行剪切节理构成。统计测量此节理系求得应力场为 $\sigma_1 = 13^\circ \angle 18^\circ$, $\sigma_2 = 180^\circ \angle 70^\circ$, $\sigma_3 = 281^\circ \angle 3^\circ$ 。主压应力方位大约为 $N10^\circ E$,大体上与上述逆断层复合地堑的走向相垂直。这二类构造都反映了雅鲁藏布缝合线的印藏大陆碰撞作用所造成的南北水平挤压应力场。这与南天山位于印藏板块碰撞缝合线东西走向部分的正北面密切相关,尽管二者之间相距已有 1500km。

这种巨型逆断层地堑地垒构造是一种特殊的构造组合型式。它与北美科迪勒拉在白垩纪至第三纪因地体增生而形成的落基山台阶状逆掩断层推覆构造带不一样(Price and Mountjoy, 1970; Monger et al., 1985)^[10,11]。天山的这种构造是在无岩浆作用的情况下,由地壳传递挤压应力到热的青藏高原以外的遥远的塔里木冷盆地以北的地壳中所产生的变形。由于应力已经衰减,地壳刚性又较高,因此形成了上述逆断层地堑。断层的间隔很大,所以形成的地堑宽度也很大,构造比较简单,我们拟将此称为“天山式地堑”。这种天山式地堑构造作用与逆掩推覆构造带分别代表了不同的碰撞远程构造效应。落基山推覆构造带是和碰撞带距离相对较近的构造效应,表现了强烈的基底和多层滑脱以及阶台状的逆断层特征,并显示了压倒优势的一致的由碰撞带向克拉通的构造运移方向(tectonic transportation direction)。天山式地堑是和碰撞带相对

较远的构造效应,不具有明显的优势构造运移方向。因此,自碰撞带向克拉通内地,构造型式实际上按照与缝合线的距离增加而变化,形成一个十分宽阔的板内变形带,愈深入克拉通内部,构造变形的形式愈简单。天山型地堑这种规模大而简单的构造,是目前所观察的最远距离的一种碰撞构造效应。

4 结 论

北美西部和阿尔卑斯-喜马拉雅碰撞带都在前陆地带产生了宽广的构造影响带。Molnar 等 (1976)^[1]提出地震影响带宽度大大超过 1000km。本文所提出的天山型和镇安型构造都是印藏板块碰撞的远距离效应,它们分别代表了位于正面碰撞一侧和低角度斜碰撞一侧的两种不同构造部位的不同类型的远距离构造效应。这表明大陆碰撞造成的远距离构造效应可以穿越青藏高原联合地体,传布到很远的大陆内部。镇安型和天山型构造特征归纳如表 1。

表 1 镇安型和天山型构造特征对比

Table 1 Comparison of features between Zhen An style and Tianshan style tectonics

构造特征	镇安型	天山型
构造形态	小型逆断层地堑盆地和相伴生的褶皱	大型复式地堑地垒
构造形成机制	转换挤压构造	侧向水平挤压构造
与碰撞缝合带距离	较近(500km)	较远(1500km)
所在构造位置	低角度斜碰撞缝合线的一侧	正面碰撞缝合线的一侧

England(1988)的模拟试验表明,粘性板状体的正挤压构造影响带的宽度与缝合带长度之比为 1:1,剪切带的构造影响带宽度与缝合带长度之比为 2:10~1:10^[12]。这一试验成果支持了本文确定的天山型和镇安型构造作为印藏碰撞远距离构造效应的客观存在。

参 考 文 献

- 1 Molnar, P. and Tapponier, P., 1976, Slip-line field theory and large-scale continental tectonics, *Nature*, v. 264, P. 319-324.
- 2 Tapponier, P. and Molnar, P., 1977, Active faulting and Cenozoic tectonics of China, *J. Geophys. Res.*, v. 82, P. 2905-2930.
- 3 Tapponier, P., Peltzer, G., and Armijo, R., 1986, On the mechanism of the collision between India and Asia, In: Coward, M. P. and Ries, A. C. (eds.), *Collision Tectonics*, Geol. Soc. Special Publication, 19, 115-157.
- 4 吴功健、肖序常、李廷栋. 青藏高原亚东-格尔木地学断面. *地质学报*, 1989, 第 63 卷, (4), 285-296.
- 5 Xia Bin, 1990, Terranes of Xizhang (Tibet), China, In: Wiley, T. J., Howell, D. V., and Wong, F. eds., *Terrane Analysis of China and the Pacific Rim*, CPCMR Earth Science Series, V. 13, P. 231-241.
- 6 Lu Huafu, Dong Huogen, Deng xiyang, Li Pengju, Yan Jizhu, In: Wiley, T. J., Howell, D. V., and Wong, F. eds., *Terrane analysis of China and the Pacific Rim*, CPCMR Earth Science Series, v. 13, p. 261-268.
- 7 肖序常、李廷栋、李光岑、常承法、袁学诚等. 喜马拉雅岩石圈构造演化. *地质矿产部专报*, (五), 构造地质、地质力学

- 第7号,地图出版社,,1988,
- 8 李继亮. 滇西三江带构造演化. 地质科学, 1988, (4), 337-346
 - 9 卢华复、董火根、吴葆青、候玉宾. 1985, 脆性剪切带中的 R 面和 P 面, 天然气工业, 1985, 5(1), 30-33
 - 10 Price, R. A. and Mountjoy, E. W., 1970, Geologic structure of the Canadian Rocky Mountains between Bow and Athabasca rivers—a progress report, Geol. Assoc. Canada, Spec. Paper, No. 6, 7-25.
 - 11 Monge, J. W. H., clowes, R. M., Price, R. A. et. al., 1985, Juan de Fuca plate to Alberta plains, Geol. Soc. Amer. Continent/Ocean Transect 7, B-2.
 - 12 England, P., Houseman, G., and Sonder, L., 1985, Length scales for continental deformation in convergent, divergent, and strike-slip environments, analytical and approximate solutions for a thin viscous sheet model, J. Geophys. Res., v. 90, p. 3551-3557.

TWO KINDS OF REMOTE STRUCTURAL EFFECTS RESULTING FROM THE INDIA AND QINGHAI-TIBET COLLISION

*Guo Lingzhi, Shi Yangshen, Lu Huaifu, Ma Ruishi, Yu Hongnian, Sun Yan Chen Zhiwu,
Zhang Qinglong, Wang Liangshu, Jid Dong, Su Liangsu*

(Geoscience Department, Nanjing University)

Abstract

The purpose of this paper is to unravel the remote structural effects resulting from the collision tectonics and the evolution of the suture zone between the Indian plate and the Eurasian plate. In the light of the concept of the terrane analysis, several fault bounded, composite terranes of the Qinghai-Tibet plateau, West China and its vicinity have been distinguished. According to structural analysis, we make an attempt to document these remote structural effects as the Tianshan type and Zenan type thrust grabens, representing the remote tectonic products beyond the Qinghai-Tibet plateau resulting from the normal collision and oblique collision respectively. The effects of continental collisions can be transmitted for a considerable distance across the composite terranes in the interior areas.

碰撞造山带大地构造相

李继亮

(中国科学院地质研究所岩石圈构造演化开放实验室)

1 引言

自从地球科学中,采纳活动论的思想和板块构造的理论与方法解释造山作用(如:Dewey and Burke, 1973)以来,碰撞造山作用的解释逐渐取代了槽台说中地槽回返褶皱造山的假说。80年代以来,大地构造学家们又发展了“碰撞大地构造学(collision tectonics)”(见 Coward and Ries, 1986; Carter and Uyeda, 1986),成为研究、分析与解释造山作用和造山带的独立的分支学科。

尽管活动论者不承认世界一律的造山带程式这种决定论观点,但是,不同时期和不同地区的造山带中,具有生成环境相似、变形样式相仿和大地构造功能相近的一些构造带。例如,北美阿巴拉契亚造山带的谷陵(valley and ridge)带和阿尔卑斯的赫尔威特(Helvetic)带,都是变形为褶皱冲断带的被动大陆边缘沉积体。在造山带分析中,把它们都称作前陆褶皱冲断带(foreland fold and thrust belt)。类似的还有前陆磨拉石盆地、构造混杂带、仰冲基底(或后陆)带等,它们是每个造山带中必然出现的一些单位(许靖华, 1980)。对研究程度较高的一些典型造山带中的这类构造单位作深入详细的分析,识别其岩性、内部构造、边界关系和演化历史的标志性特点,有益于新发现的或研究程度尚浅的造山带的研究,也益于识别出新的造山带。这种比较大地构造学的方法,我们称之为大地构造相分析。

所谓大地构造相(tectonic facies),指的是在相似的环境中形成,经历了相似的变形与就位作用并具有类似的内部构造的岩石构造组合。许靖华(个人通信, 1990)指出,大地构造相分析不仅可以解释山带中能够见到或能观测到的现象,而且能够把已失去的地质记录补充起来。

在中国,有为数众多的造山带,有许多分布在交通和地理条件困难的地区,因而研究程度不高。在这类情况下,运用大地构造相识别造山带是当前的主要问题。而在一些观测资料相当丰富,研究程度较高的造山带,例如东秦岭和大别造山带(张国伟等, 1988; 许志琴等, 1988; 贾承造等, 1988; Segör et al., 1989)和五台山造山带(李继亮等, 1990; 白瑾等, 1986)等,运用大地构造相解释观测到的复杂现象和弥补缺失的记录则是主要的任务。

本文主要阐述碰撞造山带中经常见到的各种大地构造相的岩石与构造特点、生成与就位的大地构造环境及其在造山带研究中的意义,以期对我国碰撞造山带的研究中起一点微薄的作用。

工作中得中国自然科学基金委员会的支持和中国科学院地质研究所岩石圈构造演化实验

室的关照,在此一并致以谢意。

2 碰撞造山带的识别标志

本文所阐述的大地构造相,只限于碰撞造山带范畴中。因此,辨识什么地区是碰撞造山带,是运用这些大地构造相的必要前提。这里我所指的碰撞造山带是板块会聚边缘形成的陆-弧、陆-陆或陆-弧-陆碰撞作用形成的造山带,不包括非板块聚合带的山带,也不包括非碰撞型山带。

造山带的主要识别标志可以归纳为以下 10 个方面:

2.1 蛇绿混杂带

造山带中,蛇绿混杂带代表着闭合了的具有大洋型地壳的盆地的构造残留体。因此,人们往往以这种蛇绿混杂带作为碰撞造山带的缝合带的标志。在平面图上可依据断续分布的镁铁质和超镁铁质岩石构造透镜体加以识别。但是,值得注意的是,在多数碰撞造山带中,蛇绿混杂带并不是连续分布的带状体,而是呈推覆体、冲断席或构造窗出现。这种几何分布,在区域尺度上显得杂乱无序,但在小比例尺(例如百万分之一乃至更小的比例尺)地质图上,可以断续相连成带。

2.2 前陆褶皱冲断带

在造山带研究中,前陆褶皱冲断带具有重要意义。因为造山带内部构造中许多特征的构造现象都在这个带中出现,例如,推覆体、飞来峰、大型平卧褶皱、叠瓦状冲断席、冲断席(duplex)、构造窗以及隔档式褶皱等,所以,早期的造山带构造地质学研究对此做了大量研究。

前陆褶皱冲断带是碰撞事件后俯冲的陆块或弧地质体的盖层变形带,在地质图上表现为密集排列的线性褶皱和冲断体系,可以从图上很容易地识别出来。许靖华(1980)识别华南的造山带就是最先由地质图上识别出前陆褶皱冲断带入手的。

2.3 前陆盆地

位于前陆褶皱冲断带上的磨拉石盆地称为前陆盆地。这种盆地最突出的特点是在挤压应力场下形成,一侧或两侧具有冲断、褶皱边缘。盆地的充填物是在挤压环境中边冲断边沉积的。这类盆地是造山带的特征产物,可以在地质图上读出,也可以在野外很容易地识别出来。典型的实例,如瑞士阿尔卑斯造山带的磨拉石盆地和秦岭-大别造山带的荆鄂盆地。

2.4 与消减作用有关的高压变质带

蓝片岩和 C 型榴辉岩是大洋消减时期高压变质作用产物。在造山带中它们以残留块体的形式出现在混杂带内或其附近。可能与大陆消减作用(A 型消减作用)有关的白片岩高压变质带,也是造山带中特征的产物,但是由于其抬升和侵蚀条件,出露地表的机会较少。

与消减作用(包括 B 型和 A 型消减)有关的变质带的识别不能只依靠读图或野外地质工作,必须有深入细致的室内岩石学和矿物学的研究工作,才能予以确认。值得注意的是,有些蓝片岩尽管含有典型的蓝闪石矿物,却不是消减作用形成的,而是碰撞事件后剪切带的产物,例如我国湖北黄陂一带和甘肃碧口杂岩的剪切成因的蓝片岩。虽然这些岩石大多数在造山带中出现,我们并不把它们包括在本项标志之内。

2.5 变质级倒转带