

中国地质科学院院报

第 19 号

地 质 出 版 社

中国地质科学院院报

第 19 号

地 质 出 版 社

目 录

修沟-玛沁断裂	劳 雄 (1)
法国中央高原的新构造活动研究	易明初 (9)
哀牢山韧性平移剪切带的特征	崔军文 (21)
中国东部沿海更新世末期以来海陆变迁的初步认识	张业成 胡景江 刘春风 (37)
试论西藏地震带及地震烈度的区域划分	韩同林 (53)
察尔汗盐湖的河流改道、湖泊迁移与钾盐富集	段振豪 (63)
我国东南部地区层控矿床形成的构造环境和成矿作用	吴良士 裴荣富 (69)
西华山花岗岩及其成矿作用	刘家齐 (83)
中朝陆台北侧褶皱带(中段)蛇绿岩的地球化学特征	田昌烈 曹从周 杨芳林 (107)
香花岭地区花岗岩类岩石稀土元素演化特点及其形成机理的探讨	杜绍华 邱瑞照 (131)
新疆古生物地理与大地构造演化	曹仁关 (143)
新疆乌鲁木齐祁家沟晚石炭世四射珊瑚	王增吉 俞学光 (157)
火山岩(熔岩)的分类和命名	李兆鼎 王碧香 王富宝 王松产 费文恒 (175)

中国地质科学院院报

第19号

责任编辑:刘建三 邢瑞玲

地质出版社出版发行

(北京和平里)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店总店科技发行所经销

开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 12.25 铜版页: 5 页 字数: 288,000

1989年10月北京第一版·1989年10月北京第一次印刷

印数: 1—1615册 国内定价: 4.30元

ISBN 7-116-00529-3/P. 453

BULLETIN OF THE CHINESE ACADEMY OF GEOLOGICAL SCIENCES, NO. 19

CONTENTS

The Xugui-Maqên Fault	<i>Lao Xiong</i> (7)
Study on the Neotectonic Activity of the French Central Plateau	<i>Yi Mingchu</i> (19)
Characteristics of the Ailaoshan Ductile Strike-slip Shear Belt	<i>Cui Junwen</i> (34)
Preliminary Recognition of Sea and Land Changes along the East Coast of China since the Terminal Pleistocens	<i>Zhang Yecheng, Hu Jingjiang and Liu Chunfeng</i> (51)
On the Seismic Belts and the Division of Seismic Intensity in Xizang (Tibet)	<i>Han Tonglin</i> (61)
Migration of Rivers and Lakes in the Qarhan Salt Playa, Qaidam Basin	<i>Duan Zhenhao</i> (68)
Tectonic Settings of the Formation of Stratabound Deposits and Their Metallization in South-eastern China	<i>Wu Liangshi and Pei Rongfu</i> (82)
The Xihuashan Granite and Its Mineralization.....	<i>Liu Jiaqi</i> (103)
Geochemical Features of ophiolite in the Fold Belt on the North Side of the Sino-Korean Platform	<i>Tian Changlie, Chao Congzhou and Yang Fanglin</i> (128)
A Preliminary Study on the REE Evolution Characteristics and Their Formation Mechanism of the Granitoids in Xianghualing (Hsiang- hualing) District.....	<i>Du Shaohua and Qiu Ruizhao</i> (142)
Palaeobiogeography and Tectonic Evolution of Xinjiang	<i>Cao Renguan</i> (156)
Late Carboniferous Rugose Corals from the Qijiagou in Ürümqi, Xinjiang.....	<i>Wang Zengji and Yu Xueguang</i> (168)
Classification and Nomenclature of Volcanic Rocks	<i>Li Zhaonai, Wang Bixiang, Wang Fubao,</i> <i>Wang Songchan and Fei Wenheng</i> (176)

Geological Publishing House
Address: Hepingli, Beijing

Chinese Academy of Geological Sciences
Address: Baiwanzhuang, Beijing

修沟-玛沁断裂

THE XUGUI-MAQEN FAULT

劳 雄

(中国地质科学院地质研究所)

内容提要 修沟-玛沁断裂, 南北两侧地块都自西北向东南运移, 所不同的是晚期南侧比北侧移动快, 故似具反扭性质。断裂两侧三叠纪地层上的石炭-二叠纪地层体, 是古三叠纪海中的半岛和孤岛, 其形成、展布与修沟-玛沁断裂没有直接的成因联系。

修沟-玛沁断裂是昆仑纬向体系与巴颜喀拉山北西-南东向扭动体系之间的过渡性构造, 它的形成、演化标志着古生代昆仑纬向体系历史的结束与中生代青藏高原东北部新体系的诞生。

修沟-玛沁断裂, 位于青海省中部, 西入昆仑, 东邻秦岭, 地貌显著, 地震频繁, 是划分构造单元, 阐述地壳运动的重要构造(图1)。

修沟-玛沁断裂, 早为中外地质界所关注, 但认识却很不相同^[1,3,6,8]。1980年青藏高原地质调查大队一分队, 在断裂西段的昆仑山区取得可喜成果后, 又于1982年沿断裂从布青山北缘东进, 经花石峡、下大武至东倾沟一带调查。本文是在此基础上, 结合前人研究成果的初步总结。

一、地 貌 特 征

修沟-玛沁断裂, 地貌上表现为宽阔的现代谷地。谷地西起昆仑山东段的西大滩, 向东经东大滩、修沟(修沟郭勒河谷)、阿拉克湖、托素河, 沿布青山—阿尼玛卿山北缘连续延至黄河西岸。谷地长800km, 一般宽3—5km, 谷底平缓, 谷坡陡峻, 基岩裸露, 高差悬殊。东西大滩、布青山一带, 北坡陡, 南坡缓, 北坡支流短直, 南坡支流长曲。谷底多为河流及冰水沉积物覆盖, 除河流小溪外, 还有众多湖泉、洼地和草滩阶地, 构成布尔汉布达山(昆仑山东段)、布青山—阿尼玛卿山与西倾山的天然分界。

谷地展布, 自西而东渐向东南偏移, 总体呈平缓的反S形: 西段东西大滩至托素湖走向东西; 托素湖以东至玛沁的中段, 走向北西—南东; 玛沁以东至黄河西岸的东段, 走向复又转为近东西方向。谷地宽度随走向变化而变化: 近东西向的谷地较宽; 中段北西—南东走向的较窄; 最宽处, 位于走向变化最大的托素湖至花石峡一带。谷地海拔高度由西而东逐渐下降, 东西大滩在4000m以上, 黄河西岸及川西草原, 降至3000余米。谷地两侧山系, 也自西而东逐渐降低。

修沟-玛沁断裂, 主要展现于谷底的松散沉积物中。宽阔的谷地, 成了辨认修沟-玛沁断裂存在与展布方向变化的重要标志, 由于晚近时期的活动, 还在谷底形成各种各样的小

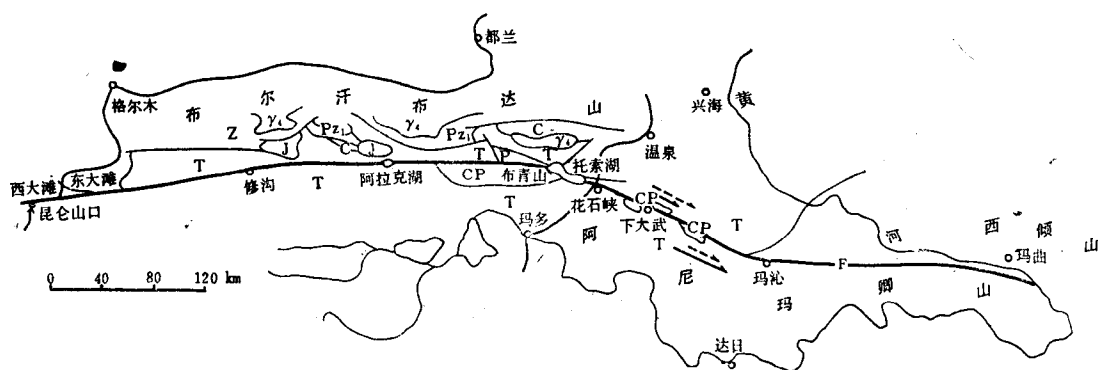


图 1 修沟-玛沁断裂略图

Fig. 1 Sketch map of the Xugui-Magên fault

J—侏罗系；T—三叠系；P—二叠系；CP—石炭-二叠系；C—石炭系；Pz₁—下古生界；Z—震旦系；Y₁—晚古生代花岗岩；F—修沟-玛沁断裂；箭头表示地壳表层物质运动方向，虚线示前期，实线示后期，其长度示运动的强度

型地貌。

二、断 裂 活 动 性

修沟-玛沁断裂为一条地震活动带，仅于1937年便发生7.5级、5.7级与5级地震4次。1963年与1971年，又发生7级和6.8级地震，震源深度多在30km以内。此外，还有大量震级较小的地震。由修沟-玛沁断裂所形成的谷地，是个巨大的地震谷地。

修沟-玛沁断裂晚近时期的活动性质与早期显著不同。晚近时期除局部地段外，具有明显的南盘向东南方向错移、拉张、下降的特点。早期，以北盘右行运移为特征。晚近时期的活动性，在大量的泉河、小型和微型地貌及山脊河谷等大型地貌上，都有很好的显示。这些地貌自西而东，沿整个断裂带，表现为直线形连续展布的小丘、断层崖、陡坡、泉河、串珠状泉眼、渗水坑、湿地及小草地等。

断裂中段，玛沁县下大武乡，为一个大的河流阶地，南盘向南错移、破碎、拉开、下降，其幅度，据测定可达4—5m，而北盘破、断、移的痕迹不显；下降的玛卿岗日山北坡，植被繁茂，大片接连，而北盘植被低矮，零星；下大武乡南侧山坡，受下大武断裂控制的第三纪沉积，在给酿沟口，厚达100m，不整合于三叠纪火山岩及侵入岩之上，倾向北东，倾角30°，其上为松散、产状水平的近代河床沉积所覆盖。下大武乡南沟，胶结坚硬的第三纪砾岩，宽达500—600m，厚在200m以上。一组密集的正断层，把砾岩分切成大小不等的块体。这组正断层，倾向北东，倾角50°—60°，向北断层密度加大，倾角也达70°—80°。同类性质的第三系，紧靠修沟-玛沁断裂的北侧，发育较差。可见，断裂的南盘自第三纪以来，曾向东南方向错移过。

断裂西段，东西大滩南侧昆仑山主脊北坡，大小连成一片的冲积扇，多为断裂错切，旧的冲积扇体被断错后，为新的扇体盖覆，新的扇体又被错切，形成奇特的错叠锥体群。

小南川南口滩谷中,东西方向展布的晚更新世冰水沉积,被断裂错切,北侧形成高3—8m的断层崖,南侧断崖向东南方错移、下降。断崖间的断裂河床与河漫滩,普遍见上涌泉水,沿线西侧的沉积物上,相隔几米、十几米呈串珠状的十多个泉眼,汇成终年稳定的泉河,原来呈南北方向的河流,在断裂通过处,突然东移成东西。沿东大滩,被断错的河流、阶地,呈直线展布。在卫星照片、航空相片和较大比例尺的地形图上,南北方向的沟谷、支流、洼地等断错的南盘,均向东移。黑刺沟被断错的南盘阶地(图2),向东南错移6m,且破碎、松散,降低,而断错的北盘陡崖,却完整无缺,不松不破,水平层理也未见变动。沿线分布的小丘、陡坎,均北高南低,南盘东移下降。

东西大滩南北两侧基岩谷坡,发育一系列断距不大的正断层,在西大滩北坡的绿色板

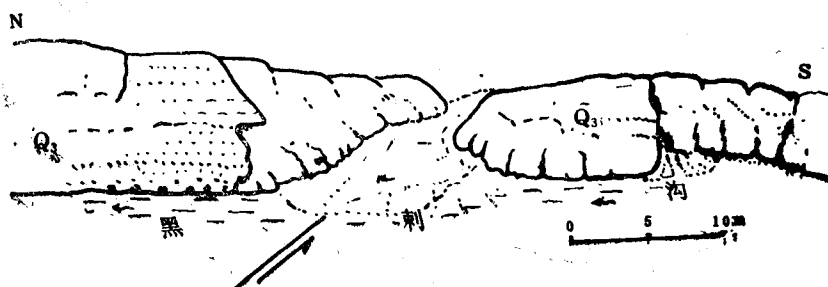


图 2 黑刺沟断裂素描图

Fig. 2 Sketch map of the Heicigou fault

示南北方向的黑刺沟阶地,被东西方向的修沟-玛沁断裂错切,箭头表示断错盘的运动方向

岩中,断层面面向南陡倾,还有上宽下窄的楔形裂口,裂面凸凹不平,断崖呈阶梯状向南坍塌、下滑,断距与下滑坍塌现象,向北减弱向南增强。这些正断层的产生,是谷地形成后,坡面岩层失重的结果。同样性质的高角度正断层,在谷地的南坡也很普遍,其分布范围达2—3km,甚至更大,其与北坡呈镜像:自北而南断裂的密度减小,断距也变小,且与给酿沟、下大武南沟的正断层十分相似。这些特征,也是修沟-玛沁断裂南盘晚近地质时期错移、拉张的表现。

正断层控制着第三纪沉积,其后又被南移运动剧烈破坏,显示修沟-玛沁断裂错移、拉张的强度是西弱东强的,地震活动明显集中于东段,也是个旁证。

修沟-玛沁断裂早期活动留下的痕迹,大量保存于石炭-二叠纪和三叠纪地层中。在托素河一带,北北西-南东东走向的断裂谷地窄,基岩裸露,被断裂切割的基底岩层普遍呈透镜状。发育于两侧基底岩层上的断层,绝大部分都是倾向北东具压扭性质的。青康公路八道班至下大武乡,谷地受北侧扎年河断裂和南侧下大武断裂控制(图3),呈北西-南东走向,宽1km,南北谷坡断层崖直线伸展平如刀切,紧靠下大武的西北部,由西而东有格拉后沟、给酿沟、得格龙沟与曲什吻河4条支流,向北汇于扎年河中,这4条支流均为下大武断裂所切。给酿沟口,被下大武断裂错切的石炭-二叠纪灰岩,南盘在沟西,北盘在沟东,相距20m。沟东断崖有一面积约18m²的磨光面,倾向北东,倾角58°,面上擦痕指示该盘向东南方向逆冲。得格龙沟到下大武乡,约5km的范围内,还有这样的北盘断崖多处。在得格龙沟口,下大武断裂东侧,发育一分支断裂,与下大武断裂呈入字型,往东渐

向东北方向弯转,成一突向东南方向的弧形。扎年河断裂,在给酿沟口以西,与下大武断裂平行,沟口以东渐向东北方向弯转,成一突向东南的弧形,与下大武断裂的分支断裂呼应,其东端断面两侧的砂岩,甚为破碎,裂面光滑,擦痕清晰,指示北盘向东南运移。由南

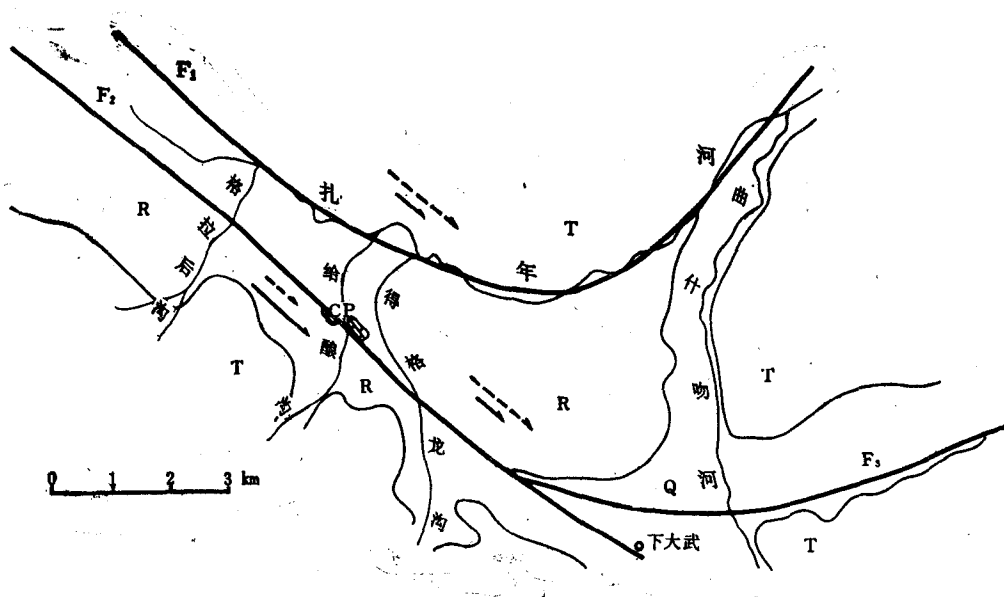


图3 下大武断裂分布略图

Fig. 3 Sketch map showing the distribution of the Xiadawu fault

Q—第四系河流沉积; R—第三系砂砾岩夹页岩; T—三叠系砂板岩; CP—石炭-二叠系灰岩; 图中箭头表示地壳表层物质运动的方向, 虚线示前期, 实线示后期, 其长度示运动的强度

北两弧形断裂所围成的地块, 呈一向东北方向张开, 渐向西南弯转、收敛的喇叭形, 与两条北西向断裂围绕的谷地一起组合成“烟斗”状, 其指示断裂东北盘曾向东南运移。玛沁县北侧, 有一巨大的东北向逆断层, 倾向西北, 与修沟-玛沁断裂构成入字型 (图1)。这条断层西北盘的三叠纪地层, 向东南方向逆冲。若把圣安德列斯断裂逆时针转动 20° — 30° , 其东盘的运动方向, 与修沟-玛沁断裂的早期活动是相似的。以上事实表明, 修沟-玛沁断裂 (尤其是东段) 北盘的早期活动, 也曾是向东南方向运移的; 后期, 由于南盘向东南方向运移的速度比北盘快, 故似具反扭性质。其实, 它的北盘是与南盘一致地自北西向东南运移的。

三、修沟-玛沁断裂与昆仑纬向体系的关系

修沟-玛沁断裂与昆仑纬向体系的关系十分密切, 尤其与昆仑体系东南缘的石炭-二叠纪地层的关系, 更使人关注, 认识也更为分歧。

修沟-玛沁断裂位于昆仑纬向体系的东南缘, 它切割了展布在那里的石炭-二叠纪地层, 而且有昆仑纬向体系上某些巨大断裂的相似特点。断裂西段, 是昆仑体系南缘晚古生

界与南部大片巴颜喀拉山的三叠系的分界。东西大滩北侧是石炭-二叠系,南侧是三叠系,小南川58道班往南约9km范围内,地层南倾,层序正常,倾角从 40° — 50° ,增大到 60° — 70° ,地层形变、断裂、变质程度随之有增加之势。顺层侵入的片麻状印支期花岗岩体^[7],其片麻状构造,也自北而南增强。这种叠加于区域变质上的动力变质现象,在昆仑山发育普遍,成带分布,自格尔木向南,依次有东昆仑北缘断裂,中央断裂动力变质带,昆仑河带,它们间约以5km左右的间隔,似等距分布。除东昆仑北缘断裂情况不明外,在总体上它们都是北盘地层老,南盘地层新,呈现自北而南推覆的特点。

东经 97° 至托索湖的北缘,谷地北坡的三叠纪地层自西北而东南,再折向东北,直到妥坝煤矿呈连续向南突出的弧形。三叠纪地层与北侧古生代变质地层的不整合的接触关系,虽经弧形北侧所发育的断层破坏,仍多处可见。三叠纪弧形地层体东翼至修沟-玛沁断裂北侧的兴海县东北,沿黄河流域的拉干峡、野狐峡、河卡东南的阿让、娃彦、加拉等地出露的二叠纪地层体,现今虽为第四纪沉积物所围绕,但都在共和盆地四周三叠纪地层包围之中。兴海、同德、温泉之间的二叠系,更是直接为三叠系所围绕。根据三叠纪地层分布的特点,可知当时的三叠纪海盆的基底是经过侵蚀而成高低不平的石炭-二叠纪地层。这个三叠纪海,在昆仑山东部及柴达木盆地东缘分南北两支:北支沿青海湖南缘,经天峻到宗务隆山;南支自兴海、同德沿修沟-玛沁断裂到纳赤台以西,伸延500km以上,被这两支海水所围绕的柴达木-东昆仑地块,成了当时该区最大的柴达木-东昆仑半岛。在这个半岛的北东南三面原来海区基底上的高低不平的石炭-二叠纪地层体^①,被海水淹没并在其间沉积三叠纪的沉积物。今天,在柴达木盆地东部周边外围的三叠纪地层中所发现的石炭-二叠纪地层体,正是这一古地理景观的呈现。笔者与姜春发等一分队的地质学家们,在花石峡六道班西北调查时曾见围绕较大的一个石炭-二叠纪地层体边缘的三叠纪沉积物,自内而外由粗砾到砂、泥等规则地变化,更清楚地表明该地层体正是当时三叠纪海区中的一个岛状的物源区。这样,在其周围的三叠纪地层中,存在石炭-二叠纪的岩块和碎屑物是十分正常的。分布在布青山—阿尼玛卿山的巨大的石炭-二叠纪地层体,就是当时三叠纪海区的半岛和孤岛。如果把修沟-玛沁断裂南侧布青山一带的巨大的石炭-二叠纪灰岩体,看作是从断裂北侧的布尔汗布达山推来的,那么,从布青山顺势向东南伸延的阿尼玛卿山中的石炭-二叠纪地层体,又是从哪里来的?如果还认为是来自北侧的,那么所推覆的巨大岩块,是如何飞跨当时辽阔的西秦岭三叠纪海的?若不能飞跨,便是在海底推开三叠纪的沉积上来的。这样,断裂北侧分布在三叠纪地层中的如此广泛的石炭-二叠纪地层体,又是从哪里来的?阿尼玛卿山的东北部紧邻西倾山,两者隔黄河相望。西倾山由白龙江复背斜构成,其南北两翼的二叠纪地层与三叠纪地层连续沉积,现今仍然十分完好地保存着。如果认为前两种变动都是可能的,为什么如此翻江跨海的变动,却对紧邻的白龙江复背斜又不见明显影响呢?修沟-玛沁断裂南侧,沿花石峡至玛多县的公路上,这样的孤岛由大几十平方米到小几平方米,由密到稀,自西北而东南呈雁行、斜列撒开,在离修沟-玛沁断裂40km的十四道班南侧,仍有分布。由此可见,离当时三叠纪古海岸较远的孤岛,其出露的面积也小。可预料,随着调查研究的深入,在昆仑山东缘及布青山—阿尼玛卿山

① 泛指出于海相三叠纪地层中的孤立、分散的石炭-二叠系,与板块说的“地体”无关。

的南北两侧,这样的石炭-二叠纪地层体还会有更多的发现。当然,在当时象这样的半岛或孤岛的边缘或稍远一点距离内,不能排除坍塌、海底滑坡、海流或地震等原因造成石炭-二叠纪的块体与三叠纪沉积物之间的杂乱堆积的可能。但是,十分明显,在修沟-玛沁断裂南北两侧的三叠纪地层中,分布如此广阔的石炭-二叠纪地层体的形成,很难与修沟-玛沁断裂有什么必然的联系。

修沟-玛沁断裂的西部,有昆仑河、中央断裂等相同的展布特点,所不同的是其中、东部有向东南逐渐偏离昆仑东西向构造,率先形成该区北西-南东向构造地层体的特征。因此,它是一条从古生代的昆仑山地层构造体到中生代的巴颜喀拉山地层构造体的过渡性断裂。

修沟-玛沁活动断裂的过渡性特征,在莫氏面深度图上,也有所反映。昆仑山北缘格尔木一线向南,莫氏面深度自62km仍急剧下降,62—66km的等深线,在东经80°—90°之间,与纬向线近于平行,都兰-玛多一线以东,渐向东南弯转,过渡成为北西-南东方向。位于修沟-玛沁断裂附近的63km等深线,随之向东南偏转,显示了中、浅层构造与深层构造的一致。

从林宝玉、高联达与王增吉等对青海古生代珊瑚、孢子花粉等的研究表明,晚奥陶世产于昆仑山北坡石灰厂组 *Agatolites-Wormsipora-Plasmoporella* 化石组合中的主要分子都皆是浙赣地区上奥陶统上部三巨山组的主要分子^[5];东昆仑西段石炭纪地层所分的7个化石组合中,有6个组合的分子在我国南方见到^[2];柴达木北缘阿木尼克的下石炭统城墙沟组下部的孢子组合以及祁漫塔格山下石炭统西汉斯特沟组下部孢子组合,也能与我国南方早石炭世地层中的孢子比较^①,青海北部下二叠统巴音河群下部床板珊瑚动物群的性质和层位,也大致与我国南方的栖霞期相当^[5]。可见,修沟-玛沁断裂南北两侧的某些生物,在整个古生代,没有存在不可逾越的障碍。

修沟-玛沁断裂的活动,与东昆仑、巴颜喀拉山三叠纪沉积范围及沉积中心的演化相协调。在那里,早、中三叠世的沉积范围几乎一致^[4],中三叠世5000m厚的沉积中心,稍向西南转移到河卡附近。晚三叠世的沉积范围与沉积中心有明显的变化:兴海-共和一线以东隆起成陆,沉积中心向西南急速转移到巴颜喀拉山口一带,沉积最大厚度从5000—6000m增加到10000m以上,晚三叠世的陆相地层,也在北部远离修沟-玛沁断裂的地方首先出现。

修沟-玛沁断裂,自其产生以来就是一条名副其实的断裂。这条断裂是昆仑纬向体系与巴颜喀拉山北西-南东向扭动体系之间的过渡性构造,它的形成与演化,标志着古生代昆仑纬向体系历史的结束与中生代青藏高原东北部地区新体系的诞生。这个新的扭动体系在整体上指示着青藏高原东北部地壳表层是自西北向东南运移的,经断裂分切后的南北地块,也是自西北向东南运移的,其所不同的是后期断裂南盘运动速度大于北盘,所以似具“反扭”性质。巴颜喀拉山南缘的炉霍-道孚断裂,可能也是这种类型。

本文在撰写中得到乔秀夫、范蕙、谢良珍、王振洋等同志的帮助。特别是得到乔秀夫同志的真心帮助和具体指导,特此感谢。

① 高联达,青海早中石炭世孢子组合的初步研究。青藏高原地质科学第二次讨论会论文摘要汇编,1983。

主 要 参 考 文 献

- 〔1〕 王鸿桢主编, 1985, 中国古地理图集。地图出版社。
- 〔2〕 王增吉, 1933, 东昆仑山西段石炭纪地层。青藏高原地质文集, 第2集, 地质出版社。
- 〔3〕 刘宝田, 1984, 巴颜喀拉褶皱系及昆仑褶皱系东部地质构造特征及其演化。青藏高原地质文集, 第15集, 地质出版社。
- 〔4〕 武汉地质学院、青海省地质研究所三叠纪专题组, 1979, 青海省三叠纪地层及古地理特征。国际学术交流论文集, (2), 地质出版社。
- 〔5〕 林宝玉, 1925, 青海古生代床板珊瑚化石的地质与地理分布。青藏高原地质文集, 第16集, 地质出版社。
- 〔6〕 姜春发, 1982, 关于东昆仑南缘板块接合带与喀喇昆仑地槽的新认识。中国地质科学院年报, 地质出版社。
- 〔7〕 柴耀楚等, 1984, 东昆仑中段东西大滩花岗岩带的基本特征及其成因的探讨。青藏高原地质文集, 第15集, 地质出版社。
- 〔8〕 黄汲清等, 1984, 特提斯-喜马拉雅构造域初步分析。地质学报, 第1期。

THE XUGUI-MAQËN FAULT

Lao Xiong

(Institute of Geology, CAGS)

Abstract

The Xiugou-Maqên fault in central Qinghai Province has attracted interest of the Chinese and foreign geologists for many years. Based on previous research results and the author's field investigation this article provides a summary in three aspects of the fault, including its geomorphologic features, activity and relation with the Kunlun latitudinal system.

The Xiugou-Maqên fault appears as a wide valley geomorphologically. The early and late stages of the activity of the fault may be distinguished. In the early stage, the north wall of the fault moved towards the southeast relative to the south wall, while in the late stage, the south wall moved towards the southeast, accompanied by extension and down faulting.

As to the relation between the Xiugou-Maqên fault and the Kunlun latitudinal system, the author believes that: 1) the presence of the Permian-Carboniferous rocks within the Triassic strata in the Buqing-Anymaqing Mountain has no necessary connection with the formation of the Xiugou-Maqên fault; and 2) the Xiugou-Maqên fault is a transitional zone between the Kunlun latitudinal system and the Bayan Har NW-trending shear system, and its formation and evolution marked the end of the history of the Paleozoic Kunlun latitudinal system and the birth of the Mesozoic shear system in the northeastern part of the Qinghai-Xizang Plateau.

法国中央高原的新构造活动研究

STUDY ON THE NEOTECTONIC ACTIVITY OF THE FRENCH CENTRAL PLATEAU

易 明 初

(地质力学研究所)

内容提要 本文论述了法国中央高原及毗邻地区的新生代地层、地貌、构造形迹和火山活动等新构造活动类型及特征, 综合分析了中央高原的隆升和构造应力场的演变。提出了高原强烈抬升时期为中更新世以来的观点, 以及新生代各时期高原主要经受南北向挤压作用, 其间辅以东西和北西—南东方向挤压作用的新认识。

1987年6月—7月作者赴法国中央高原及毗邻地区进行了一次地质考察, 其路线是: 从巴黎出发, 经里昂, 沿罗纳河往南到地中海利翁湾海滨城市蒙彼利埃, 再折向西北进入科期高原和中央高原地区, 结束于克勒蒙菲朗。这次考察, 对该区的新构造活动及其表现有较深刻的了解和认识。

高原处于罗纳河以西, 地势自东南向西北向倾斜, 海拔1886m高的桑西山角峰位于高原的北部, 峰顶终年积雪。北北东向的奥弗涅山脉和塞文山脉横贯高原, 成为该区河流重要的发源地(图1)。北北东向主干断裂对山脉起着重要的控制作用, 特别是塞文山断裂系构成高原东南的天然边界线, 直接控制着高原的隆升历史。

高原内部北东和北西向两组断裂极为发育, 尤以北西向断裂最为突出, 成为中央高原新生代火山岩的主要通道。

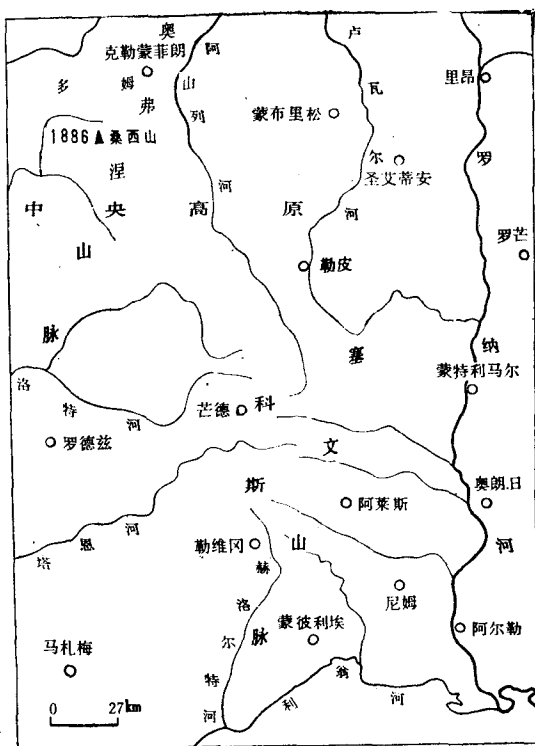


图 1 法国科斯中央高原地理位置图

Fig. 1 Geographic map of the Causse
Central Plateau in France

一、新生代地层概述

法国新生界最老层位为始新统,即皮克山麓湖相灰岩,出露在塞文山断裂系东南地堑之外,与下伏白垩系呈不整合接触。

渐新统分布最广,对其观察较为仔细,该统在各地堑构造中均有分布,以陆相为主,系受流水搬运作用而成。

渐新统分上下两个层位。下渐新统分布在科斯东南塞文山断裂系的地堑型盆地内,以及中央高原克勒蒙菲朗南部的莱莫泰地区。前者分布区以砾岩为主,地层形变较强,走向北东,倾向时而北西,时而南东,倾角可达 55° ,砾石中的压坑、压裂及压弯现象相当发育。后者分布区以紫红色的砂泥岩、砂岩和细砾岩互层组成,常形成丹霞地貌景观。上渐新统出露极广,除阿莱斯在内的塞文山断裂系外,大量出露在中央高原的克勒蒙菲朗和利马尼等地区,沉积特点与下统相比,相差较大,如沉积颗粒变小,未见挤压砾石现象,成因类型复杂,出现火山碎屑岩相、风化残余相、冲积相、湖沼相、海相和部分山麓相等。其中有两点最为突出,第一,湖沼相很发育,特别是层中出现大量的生物叠层状泥灰岩,叠层石个体直径可达3m左右。第二,出现含有纺锤虫生物的白垩层,表明有海侵现象。总之,整个渐新统由下而上,沉积物颗粒由粗变细。高原东南边缘上升强烈,高原北部海水时进时退,它们的沉积环境完全不同。

中新统在蒙特利马尔西部山缘和克勒蒙菲朗南部等地均可见到,尤其在罗纳河中游的罗芒地区特别发育,属海相沉积,地层倾向南东,倾角 10° — 15° 。蒙特利马尔砾石层属该统的下部,其中未见玄武岩砾石,以压裂石和压坑石多见为最大特点,砾石表面有大量水平擦痕,同样反映了高原东南构造活动的强烈程度。

上新统仅在蒙脱利马尔西侧山垭处有所出露,该层高出罗纳河谷数百米,其特点是层中砾石颗粒小、均匀、磨圆度好,其中夹砂层透镜体。砾石成分复杂,以玄武岩为主,砾石表面分别出现垂直和水平擦痕,证明受过强烈的挤压作用。

此外,在中央高原的拉博尔博莱地区还有大量的火山碎屑沉积岩,由于后期构造作用,其中的断裂构造十分发育。

考察区第四系分布很广,主要出露在大小河谷分布地区及山间盆地,成因类型较多,尤其在中央高原的1886m的桑西山及其周围地区出露了冰川沉积。

二、地貌类型及其基本特征

与新构造运动有关的地貌类型主要为河谷地貌及多层地形。

深切的峡谷地貌以科斯高原上的拉维斯峡谷最为典型。该峡谷切入由侏罗纪灰岩构成的高原面以下300余米,两壁陡峭,地形十分险要。目前,该处高原面已抬升到海拔700m左右。谷地切割深曲,出现牛轭湖形谷地和离堆山地貌。由于峡谷和离堆山地貌遥相呼应,景色十分壮观。这样的河曲地貌类型,一般是在比较稳定的平原地区,特别是在河流入口或下游的低平地区出现。而拉维斯河曲是出现在海拔较高的山区,显然属先成河谷类

型,即初期低平原的河曲,由于后期强烈而整体的抬升,并与河曲的下切速度相适应,沿着原有的河曲故道塑造而成。

穿过奥布纳斯西北1551m山脊附近时,在第四纪玄武岩中出现切割100余米的“V”型深谷。更有甚者,在4—5万a的玄武岩中,100—200m左右的深谷是相当多的,瀑布多处可见,说明高原自晚更新世以来仍处于强烈的抬升时期。

河谷阶地主要沿着罗纳河两岸分布,一般有三级。如里昂附近,三级阶地极为明显,第一级为堆积阶地,高5m左右;第二级为基座阶地,高20m左右;第三级为基座阶地,高30m左右。中央高原内部,一般认为不存在阶地,但此次考察认为并非如此,如科斯的一条谷地中,出现高出河床10m左右的一级阶地,两岸阶面高度一样,而组成物质不同(图2),西南岸为堆积阶地,北东岸为基座阶地,在基座顶部灰岩中发育一层溶洞,反映了当时的地下水或河水水面,两者形成时期是基本相同的。到1300m的高原面,在深切80m左右的卢瓦尔河床的谷地中,出现两级河流阶地,低阶地高2—3m,二级阶地高20—30m,阶地地貌形态非常清楚。因此,这不仅反映了中央高原的强烈上升,而且还说明上升是间歇性的。

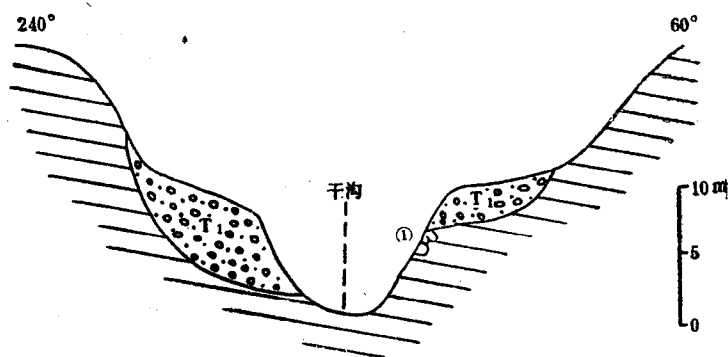


图2 科斯千沟河流一级阶地(T)剖面图

Fig. 2 A section of the first terrace of Causses River in France

巴黎为中生代构造盆地,塞纳河呈北西向穿流而过,周围有始新统和渐新统岩层组成的高台面,面广而平整,成为巴黎的一道天然围坝。

沿罗纳河往南,在东岸地区广泛发育了两级较低的波状台面,分布在海拔100—300m之间,可能是罗纳河第三级阶地以上的波状起伏的准平原化地形。

夷平面的存在是一个事实,法国地质学家J·麦尔西等认为,中央高原只有一级剥蚀面,这个面由东南向西北微倾。但经野外实地考察证实在中央高原东南翘起的科斯地区广泛发育了三级夷平面,它的形成显然与东南边缘塞文山断裂系的强烈升降运动有密切关系。

中央高原最高的高原面主要分布在东南地区1500m左右的高度,由第四纪火山锥组成,后经剥蚀成为现今的山顶面,这不是本文所讨论的夷平面。广泛分布于高原东南强烈翘起地区的夷平面有三级:第一级夷平面分布最高,海拔为1200m左右,主要由上新世及

部分早第四纪玄武岩经剥蚀夷平而成,成为高原最高、最年轻的夷平面,该面平整面广,大量的火山锥基本被削平,但锥形的痕迹还隐约可见。第二级和第三级夷平面也很清楚,层次分明,主要由古生代结晶岩及中生代的沉积岩剥蚀夷平而成,海拔高度分别为900m和700m左右。面的保留程度第二级较差,第三级较好,第一最好。相应的时代为第二级最老,第三级其次,第一级最新,与正常的夷平面层次新老顺序不同,这是因为与地处火山地质环境的特殊条件有直接关系。这三级夷平面的具体时代可从面上相应沉积物和组成夷平面的地层年龄来判断。最老的900m左右的第二级夷平面上不仅有渐新统底部的古老风化壳红层,渐新统上部的砂岩、泥岩和灰岩更为发育,这些盆地和山间洼地中的堆积物时代,正反映了剥蚀面的相应时代,故最老的第二级夷平面形成于渐新世,而面的抬升应在渐新世之后。最新的第一级夷平面主要由上新世火山岩组成,但有少量第四纪早期的火山岩成分,剥蚀面形成时期很可能是在早更新世初期完成,抬升时期在早更新世的末期。第三级夷平面介于上述两者之间,很可能在中新世末期形成,上新世强烈火山活动而抬升。

总之,上述阶地和夷平面等多层地形的出现,成为高原面间歇性上升的有力证据,而且,这种证据表现在拉维斯峡谷两岸谷壁的石灰岩层中,有层次极多的溶洞层,在最顶部的溶洞层中,还堆积了磨圆度极好的砂砾石层,部分被钙质胶结成岩,这些属第四纪时期的产物。因此,对高原的强烈抬升时期不应是中新世,而为第四纪更为确切。

三、新生代构造形迹

法国新构造特点随地区不同而有所差异。总的来说,高原东南的塞文山断裂系活动强烈,中央高原克勒蒙菲朗地区较弱。

高原东南以塞文山断裂系的强烈活动为主(图3),其中,大小地堑较多,以阿莱斯地堑规模最大。在这些北东向断裂中,处于圣博齐莱与科斯之间的断裂,在地貌上显示极为清楚。如阿莱斯地堑西缘断裂是山体与盆地的分界线呈直线状伸长,沿断裂断崖及三角面相当发育,它完全控制了渐新统的沉积,为新生代以来强烈活动的断裂。在地堑南端的圣博齐莱小姐溶洞处,有一条北东向逆冲断裂(产状为 $60^{\circ}/NW$, $\angle 40^{\circ}-60^{\circ}$),可见上侏罗统灰岩逆冲在下白垩统之上,断崖高达数十米,断面光滑,并出现由老到新的水平、斜交和垂直三组擦痕。据该处及东西向的联合构造剖面图分析(图4),同组北东向断裂,可出现压、张、扭三种性质,特别是个别地区出现巨大的水平擦痕,反扭特征极为明显,反映了强烈的南北挤压作用存在,同时也显示了塞文山断裂系多期活动的特点及应力方向发生过多次转变。渐新统砾岩中的砾石压坑的形成,与该组北东向强烈挤压作用有密切的关系。

与小姐溶洞逆冲断裂相近似的还有阿莱斯地堑边缘的飞来峰构造。它主要表现为上白垩统砂岩推覆到上渐新统砂岩及泥岩之上,形成小山顶。在接触面的上渐新统砂泥岩中有大量明显的挤压走向排列现象,如砾石定向排列、泥岩挤压破碎带中的定向裂隙及挤压片理,其排列方向与接触面完全一致,与层理方向相反,显然不是断盘下落时下盘滚落到上盘新地层之上而形成的,而是反映了地堑形成过程中的一期挤压作用。类似的挤压作用,在

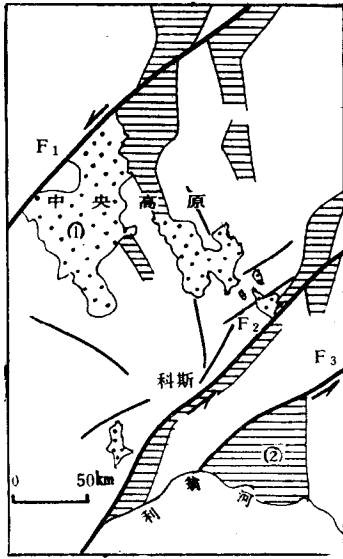


图 3 中央高原构造略图

Fig. 3 A structural sketch map of the Central Plateau

① 新生代火山岩区, ② 地堑构造区

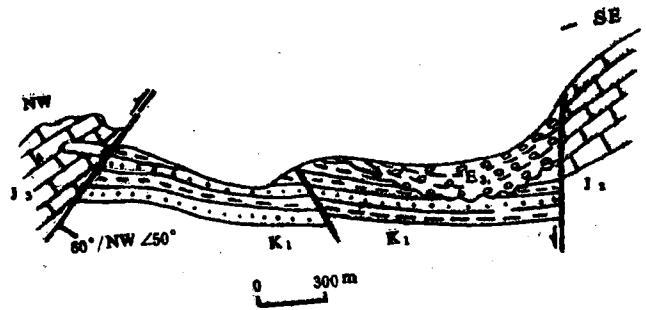


图 4 圣博齐莱小姐溶洞断裂剖面图

Fig. 4 The section of St. Baozille karst fault

阿莱斯地堑西缘圣索韦吕德斯吕齐埃斯地区的渐新统砾岩与下白垩统砂岩之间的不整合接触部位也有所显示, 该处渐新统砾岩破碎, 砾石呈定向排列, 显示同时有断裂及挤压作用存在。又如在皮克山麓出现一东西走向的逆冲断裂, 使上侏罗统灰岩逆冲到上始新统湖相泥质灰岩之上, 上盘的上侏罗统灰岩形成陡峭的山地地貌, 这正是由于南北挤压作用的结果。

除上述北东向和东西向断裂之外, 北西向断裂也很发育, 如阿利巴חס断裂, 产状为 $310^{\circ}/SW, \angle 70^{\circ}$, 断层破碎带发育, 角砾岩厚达5m, 上盘 (SW盘) 下落, 是一条控制中新世海岸线的重要张性断裂。

综上所述, 塞文山断裂系及其中的地堑盆地, 除显示了形成过程中的强大拉张作用而外, 北东向断裂明显显示出水平反扭运动和挤压作用, 东西向断裂也表现挤压特征, 而北西向断裂张性特征突出。这些不同方向, 不同性质的断裂组合, 正表现了地质历史中的南北挤压应力和北西—南东挤压应力的两个不同发展阶段, 分别与比利牛斯和阿尔卑斯构造活动的密切关系, 特别是前者对该区断裂系的影响极为明显。

中央高原区, 指靠近北部的克勒蒙菲朗及其附近地区, 该区渐新统特别发育, 新构造形迹到处可见。

拉博尔博莱断层是一条北东向断层, 产状为 $30^{\circ}/SE, \angle 60^{\circ}$, 垂直断距达400m, 错断古生代花岗岩及第四纪玄武岩, 断面平直光滑, 断崖陡峻, 上盘花岗岩之上为第四纪玄武岩, 钻孔揭露其岩层厚度为300m左右。沿断裂有多处温泉, 这些温泉成为人们疗养治病的良好场所。