

# 活动断裂研究

## 理论与应用

《活动断裂研究》编委会  
国家地震局地质研究所

### 要目

小江西支断裂带拉分盆地内部张剪切断层的初步研究

利用阶地变形资料研究吐谷鲁逆断裂-背斜带晚更新世以来的构造变形特征

红河断裂带南段断裂活动性转换的地质特征研究

1927年古浪8级地震地表破裂带研究

大青山山前断裂带大型组合探槽的全新世古地震研究

地理信息系统(GIS)在活动断裂研究中的应用——以河西走廊红崖子-榆木山地区为例

地震出版社



# 活 动 断 裂 研 究

理 论 与 应 用

## Research on Active Fault

### 4

《活动断裂研究》编委会

国家地震局地质研究所

地 震 出 版 社

Seismological Press

1 9 9 5

(京)新登字 095 号

内 容 提 要

本书是《活动断裂研究》系列出版物的第四辑，主要反映近年来我国活动断裂大比例尺填图和综合研究所获取的最新成果，涉及到断裂细结构和变形机制、分段性、滑动速率、古地震、强震重复间隔、地震危险性评价等方面的内容，同时还有关于活动断裂研究最新方法及活动断裂研究最新成果的报道，反映了我国活动断裂理论研究和实际应用方面的最新进展。

本书可供从事构造地质、地震地质、地球物理、工程地震及工程勘探和工程建筑的科技人员及有关院校的师生参考。

活 动 断 裂 研 究  
理 论 与 应 用

Research on Active Fault  
4

《活动断裂研究》编委会  
国家地震局地质研究所  
责任编辑：朱向军

地 震 出 版 社 出 版

北京民族学院南路9号  
中国地质大学轻印刷厂印刷  
新华书店北京发行所发行  
全国各地新华书店经售

787×1092 1/16 13.25 印张 328 千字  
1995年2月第一版 1995年2月第一次印刷  
印数：001—800

ISBN 7-5028-1196-6/P·732

(1629) 定价：15.00 元

## 《活动断裂研究》编委会

顾问: 丁国瑜

Advisor: Ding Guoyu

主编: 邓起东

Chief Editor: Deng Qidong

副主编: 汪一鹏 张培震

Associate Chief Editors: Wang Yipeng Zhang Peizhen

委员: (以姓氏笔划为序)

丁国瑜 马宗晋 方仲景 王国治  
邓起东 卢寿德 卢演侔 刘国栋  
刘光勳 刘百麓 汪一鹏 时振梁  
杨懋源 张宏卫 张培震 张裕明  
聂宗笙 高维明 曹树民 韩慕康

### Editorial Committee:

Ding Guoyu	Ma Zongjin	Fang Zhongjing	Wang Guozhi
Deng Qidong	Lu Shoude	Lu Yanchou	Liu Guodong
Liu Guangxun	Liu Baichi	Wang Yipeng	Shi Zhenliang
Yang Maoyuan	Zhang Hongwei	Zhang Peizhen	Zhang Yuming
Nie Zongsheng	Gao Weiming	Cao Shumin	Han Mukang

编辑: 那燕 朱向军

Editors: Na Yan Zhu Xiangjun

## 重要文章摘要

### 小江西支断裂带拉分盆地内部张剪切断层的初步研究

小江西支断裂带阳宗海—清水海间的三个拉分盆地和嵩明盆地中拉分构造区内部皆发育有张剪切断层，它们对盆地后期的发育有明显的控制作用，1833年嵩明8级地震地表破裂带沿其分布。

### 利用阶地变形资料研究北天山吐谷鲁逆断裂-背斜带晚更新世以来的褶皱变形特征

通过对横切活动构造线、体的河流阶地年代、抬升幅度和纵向阶地的微位相变形等方面的研究，可以获得对阶地发育区不同时期以来的地壳垂直抬升速率、缩短速率、以及背斜的迁移速率等定量资料，为研究活动背斜晚更新世以来的活动提供定量的数据，进而为活动逆断裂-背斜区的地震危险性评估提供崭新的思路。

### 红河断裂带南段断裂活动性转换的地质特征研究

近年来通过1:5万填图工作，发现一些很有意义的地质现象，在元江幅范围内的东南段，断裂活动在时间、性质及空间上均有一个明显的变迁和转化过程。而这一转换过程又似乎与断裂在整体上的走向变化相关。

### 1927年古浪8级地震地表破裂带研究

1927年5月23日，甘肃古浪地区发生8级大地震，此次大地震的地表破裂机制和大震破裂模型均显示出地震破裂带的形成和大震孕育的主压应力为来自南西向北东的推挤作用。这与祁连山及青藏地块晚第四纪以来自南西向北东的运动所形成的主压应力方向是吻合的。显然，古浪大震的孕育和发生与青藏地块晚第四纪以来向北东方向的挤压作用密切相关。

### 大青山山前断裂带大型组合探槽的全新世古地震研究

通过大型组合探槽的开挖与对比研究，揭露出大青山山前断裂带美岱桥—土默特左旗段全新世以来发生过四次古地震事件，最新事件的时代为距今约2000a。并对正倾滑型断裂的古地震标志、滑动速率的研究方法进行了讨论。

## **地理信息系统(GIS)在活动断裂研究中的应用——以河西走廊红崖子-榆木山地区为例**

地理信息系统(GIS)能够清晰地展现由于构造活动强度不同引起的地貌形态差异，如：岩桥区一系列坡度条带、涌泉坝附近的洪积扇形态差异、红崖子断裂现代活动段等高线疏密规律变化、榆木山东缘断裂带的北延等。从而能够帮助我们系统地研究活断层分段界限区的构造及地貌特征。

# 目 录

小江西支断裂带拉分盆地内部张剪切断层的初步研究 .....	宋方敏	汪一鹏等 (1)
小江东支断裂带中段古地震初步研究 .....	俞维贤	汪一鹏等 (10)
小江断裂带中北段的新活动特征 .....	曹忠权	宋方敏等 (17)
云南红河断裂带大水塘—南沙段第四纪断错水系初步研究 .....	魏顺民	计凤桔等 (28)
红河断裂带南段断裂活动性转换的地质特征研究 .....	向宏发	魏顺民等 (38)
利用阶地变形资料研究北天山吐谷鲁逆断裂—背斜带晚更新世以来的 褶皱变形特征 .....	杨晓平	邓起东等 (46)
天山北麓的冰水冲洪积地貌与新构造运动 .....	张培震	邓起东等 (63)
1927年古浪8级地震地表破裂带研究 .....	刘洪春	贾云鸿等 (79)
天桥沟—黄羊川断裂古地震的初步研究 .....	戴华光	陈永明等 (92)
系舟山山前活动断裂带的几何结构及其活动性 .....	婁素芹	于慎谔等 (104)
怀来东园村砖瓦厂北西向断层大剖面 .....	冉勇康	方仲景等 (116)
大青山山前断裂带大型组合探槽的全新世古地震研究 .....	吴卫民	李克等 (123)
郟庐断裂带中段活断层位移量研究中的一些问题 .....	晁洪太	李家灵等 (133)
Active Faults: Definition and Identification Problems .....	A. A. Nikonov	(140)
<b>研究方法</b>		
古地震研究的逐次限定方法与新疆北部主要断裂带的古地震研究 .....	毛凤英	张培震 (153)
地理信息系统(GIS)在活动断裂研究中的应用——以河西走廊		
红崖子—榆木山地区为例 .....	韩竹君	张培震等 (165)
活动断裂体系地震活动性的确定及其重要意义 .....	高维明	杨一冲等 (175)
<b>研究简报</b>		
河北省阳原盆地北缘断裂第四纪活动特征 .....	段瑞涛	方仲景等 (184)
走滑地震断层的枢纽运动及其对郟庐活断层破裂特征 的解释 .....	杨一冲	高维明 (194)
<b>科研简讯</b>		
中美、中日天山和山西高原六棱山活动构造合作研究 .....	士 恒	(201)

# CONTENTS

Preliminary Reserch on the Internal Extension—shear Faults in Pull—apart Basins Along the West Branch of the Xiaojiang Fault Zone.....	Song Fangmin	Wang Yipeng et al. ( 1 )
Preliminary Research on Paleoeearthquakes Along the Central Segment of the East Branch of the Xiaojiang Fault Zone .....	Yu Weixian	Wang Yipeng et al. (10)
Recent Tectonic Activity in the Northern Part of the Middle Segment of the Xiaojiang Fault Zone .....	Cao Zhongquan	Song Fangmin et al. (17)
Preliminary Study on the Quaternary Offset Drainages Along the Dashuitang—Nansha Segment of the Honghe Fault Zone .....	Guo Shuimin	Ji Feng ju et al. (28)
Geological Evidence of Transformation in Tectonic Activity Along the Southern Segment of the Honghe Fault Zone .....	Xiang Hongfa	Guo Shuimin et al. (38)
Fold Deformation Along the Tugulu Reverse Fault-Fold Zone Since Late Pleistocence, North Tianshan .....	Yang Xiaoping	Deng Qidong et al. (46)
Glaciofluvial Geomorphology and Neotectonics Along the Range Front of the Northern Tianshan.....	Peizhen Zhang	Deng Qidong et al. (63)
Surface Rupture Zone Associated with the 1927 Gulang ( $M_s=8$ ) Earthquake .....	Liu Hongchun	Jia Yunhong et al. (79)
Preliminary Study on Paleoeearthquakes of the Tianqiaogou—Huangyangchuan Fault .....	Dai Huaguang	Chen Yongming et al. (92)
Geometric Structure and Activity of the Xizhoushan Mountain Piedmont Fault in Shanxi Province .....	Dou Suqing	Yu Shen'e et al. (104)
The Good Exposure of Northwestern Fault at the Brickfield of Dongyuan Village, Huailai County of Hebei Province .....	Ran Yongkang	Fang Zhongjing et al. (116)
Research on Holocence Paleoeearthquakes Using Large Combinative Tranch Along the Piedmont Fault of Mt. Daqingshan, Inner Mongolia .....	Wu Weimin	Li Ke et al. (123)
Some Problems in study of Active Fault Displacements in Cetral Section of the Tanlu Fault Zone .....	Chao Hongtai	Li Jialing et al. (133)
Active Fault: Definition and Identification Problems .....	A. A. Nikonov	(140)

*Methods*

Progressive Constraining Method in Paleoseismic Study  
and Paleoeearthquakes Along the Major Active Faults  
in Northern Xingjiang ..... **Mao Fengying Peizhen Zhang** (153)

Tectonic Geomorphology and Identification of Fault  
Segment in the Hongyazi–Yumushan, the Hexi Corridor  
Region, Gansu Province ..... **Han Zhujun Peizhen Zhang et al.** (165)

*Brief Reports*

Identification of Seismicity for Active Fault System  
and its Significance ..... **Gao Weiming Yang Yichong et al.** (175)

Quaternary Activity of the Northern Marginal  
Fault of the Yangyuan Basin in Hebei Province  
..... **Duan Ruitao Fang Zhongjing et al.** (184)

Pivotal Movement Along Strike Slip Fault and  
Explanation to Rupture Characteristics of the  
Tanglu Active Fault ..... **Yang Yichong Gao Weiming** (194)

*Brief News*

Sino–America and Sino–Japan Cooperation Study on Active  
Tectonic in Tianshan and Liu Lengshen Areas ..... **Shi Heng** (201)

# 小江西支断裂带拉分盆地内部张剪切断层的初步研究

宋方敏<sup>①</sup> 汪一鹏<sup>①</sup> 俞维贤<sup>②</sup> 曹忠权<sup>①</sup>  
侯学英<sup>②</sup> 申旭辉<sup>①</sup> 李志祥<sup>②</sup> 沈 军<sup>①</sup>

## 一、引 言

拉分盆地内部张剪切断层是走滑断裂带内部形成较晚的一种断层类型,在我国最早发现于海原断裂带干盐池、大营水等拉分盆地内部(国家地震局地质研究所、宁夏回族自治区地震局,1990),之后又在西藏中部崩错等断裂带上发现(国家地震局地质研究所,1992)。拉分盆地内部张剪切断层对拉分盆地后期的发展起明显的控制作用,当走滑断裂带上发生大地震时,地震地表破裂带很容易沿拉分盆地内部张剪切断层分布。

作者通过对小江西支断裂1:5万地质填图,发现阳宗海到沧溪段的阳宗海、光岗、清水海、沧溪等盆地第四纪中、晚期属于拉分型盆地。除沧溪盆地外,阳宗海、光岗、清水海三个拉分盆地内部都发育有张剪切断层,嵩明-杨林盆地内部拉分构造区也发育有张剪切断层(图1)。这些盆地内部张剪切断层不但贯穿了拉分盆地或盆地内部的拉分构造区,而且有的还继续向盆地端部的基岩山区延伸。

本文将对这些拉分盆地内部张剪切断层作一介绍,并对它们控制地震地表破裂带等有关问题作初步讨论。

## 二、几个主要拉分盆地的内部张剪切断层

### 1. 阳宗海盆地内部张剪切断层

阳宗海盆地位于小江西支断裂南段靠近端部的位置,南北长约20km,东西宽约3km,其中湖水面积占据了盆地的绝大部分。根据盆地周边地层出露情况分析,晚第三纪时,阳宗海盆地就已形成,当时的盆地属断陷或断拗型,其中心位于现代盆地的北端。第四纪早更新世末以来,由于小江断裂带强烈地左旋走滑,阳宗海湖盆由早先的断陷或断拗型转变为拉分型,盆地西侧的大营-三十亩断裂、西北侧的海风园-施家嘴断裂和东侧的阳宗丫口-核桃村断裂是控制拉分盆地形成的边界走滑断裂。

拉分盆地形成以后,其基底和盖层受边界走滑断裂继续活动的影响,便形成了盆地内部张剪切断层。盆地内部张剪切断层与边界走滑断层的夹角为20—30°(图2)。

① 国家地震局地质研究所,北京 100029;

② 云南省地震局地震工程研究所,昆明 650204。

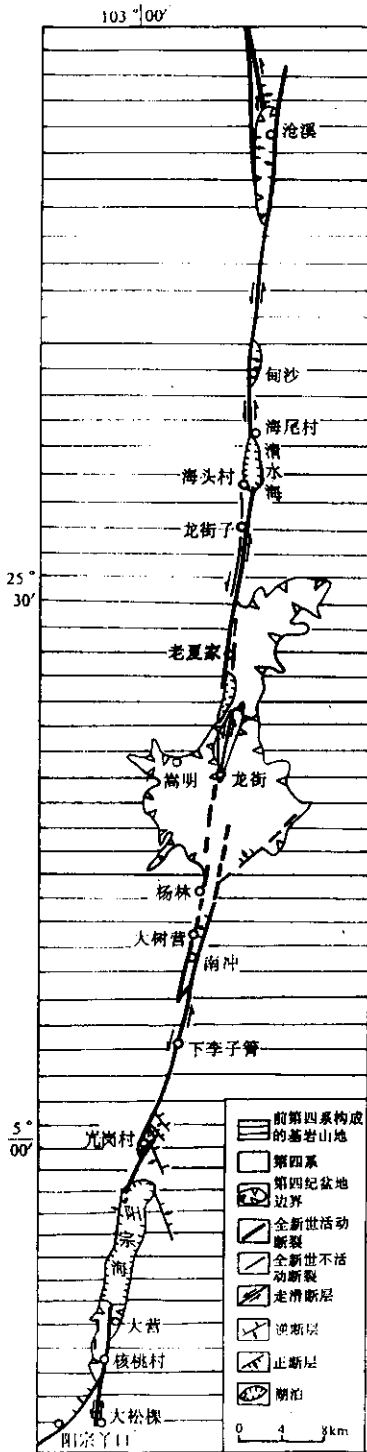


图1 小江西支断裂沧溪—阳宗海段盆地分布略图  
Fig.1 Distribution of basins along the Cangxi-Yangzonghai segment of the west branch of the Xiaojiang fault zone

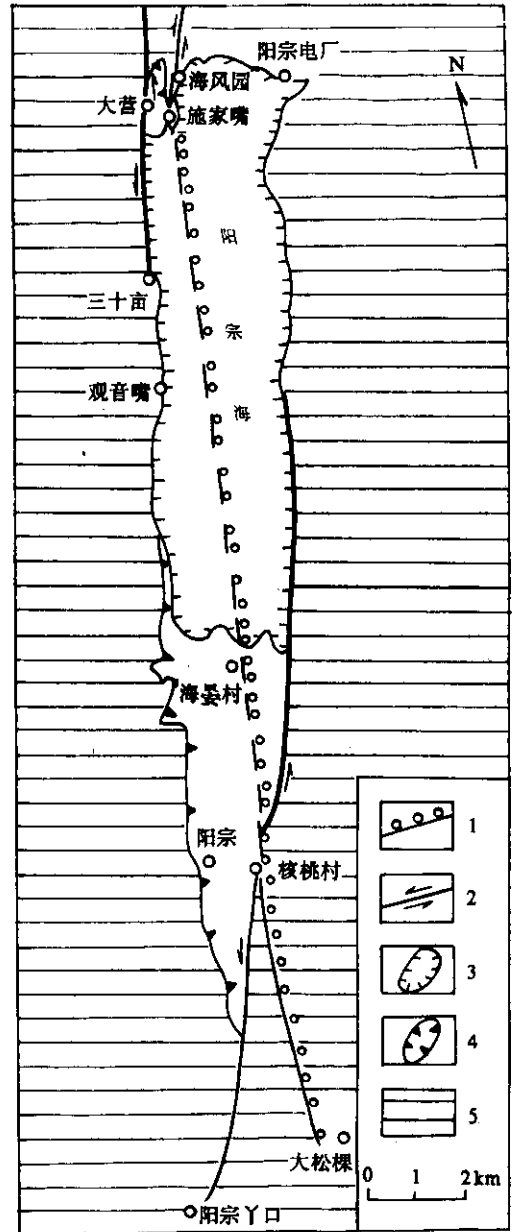


图2 阳宗海拉分盆地及其内部张剪切断层平面图  
Fig.2 Map of the extension-shear faults in the Yangzonghai pull-apart basin  
1. 盆地内部张剪切断层及1833年嵩明地震地表破裂带; 2. 盆地边缘走滑断层; 3. 现代湖泊; 4. 盆地边界; 5. 基岩山地

由于阳宗海盆地大部分为湖水占据，因此盆地内部张剪切断层仅在南、北两端见到部分形迹。盆地南端顺海晏村—核桃村一线展布，沿线有多个浅水塘、洼地呈串珠状，地形明显变低。核桃村以南，断层向基岩山地延伸，并穿过了盆地东缘的边界走滑正断层。在山地的延伸长度超过 5km，其表现形式是清楚的断裂槽地，宽十几米到几十米。在较宽的槽地内部，有长条形的小山丘出现，它们是断层左旋走滑过程中形成的大型推挤体。盆地北端已处在内部张剪切断层和边界走滑正断层的交汇处，内部张剪切断层主要表现为断裂槽地。在施家嘴一带阳宗海边见有宽 30 多米的断裂槽地，在槽地东侧陡坎位置开挖探槽，见有多条断层剖面，其中最新活动的 3 条断层产状分别是  $30^\circ / \text{NW} \angle 75^\circ$ 、 $10^\circ / \text{NW} \angle 87^\circ$ 、 $5^\circ / \text{SE} \angle 76^\circ$  (图 3)。对照图 2 可见，④号断层的走向与海风园—施家嘴断裂的走向一致，因此它是边界走滑正断层的一个断面。⑩号断层的走向与盆地内部张剪切断层的走向相一致，而且它正好控制了地表槽地东侧的发育，因此是盆地内部张剪切断层的一个断面。⑤号断层与⑥号断层共同构成了很新的充填楔，因此它也很可能是盆地内部张剪切断层的一个断面。

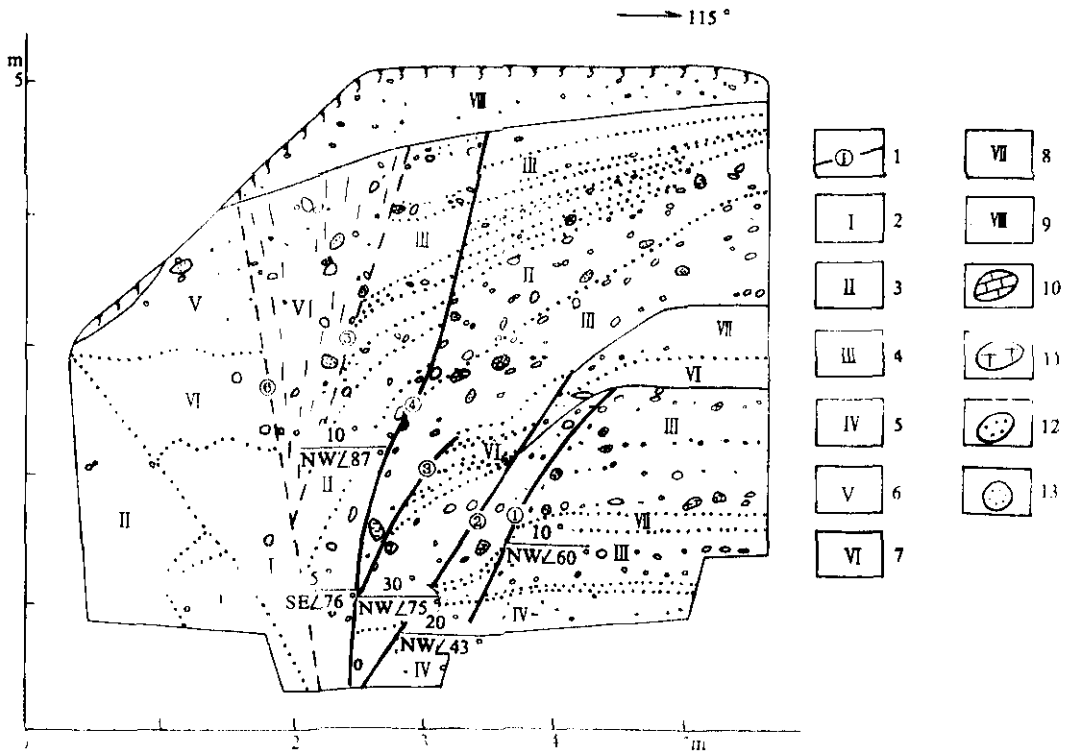


图 3 阳宗海北端施家嘴探槽剖面

Fig.3 Trench log at Shijiazui in north of Yangzonghai

1. 断层及编号; 2. 灰绿色粘土; 3. 灰-灰紫色粘土; 4. 黄色砾石层; 5. 土黄色粘土; 6. 紫色粘土; 7. 浅褐色粘土; 8. 淡褐红色粘土; 9. 棕色表土; 10. 灰岩砾石; 11. 玄武岩砾石; 12. 砂岩砾石; 13. 粉砂岩砾石

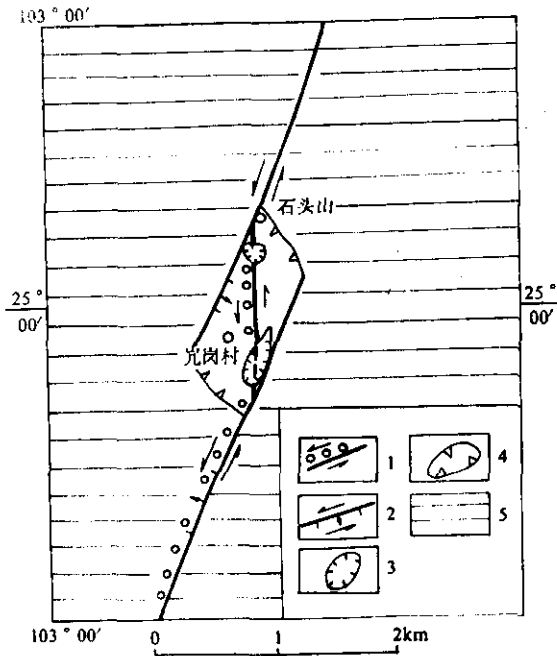


图4 兗岗拉分盆地及内部张剪切断层平面图  
Fig.4 Map of extension-shear faults  
in the Fugang pull-apart basin

1. 盆地内部张剪切断层及1833年嵩明地震地表破裂带; 2. 盆地边界走滑正断层; 3. 水塘;  
4. 盆地边界; 5. 基岩山地

范围很小, 堆积中心在老猴街一带。上新世时, 盆地范围最大, 杨林-嵩明、羊街、金所三个盆地当时是相连的一个大湖盆。第四纪开始, 杨林盆地轮廓与现今基本类似, 但早更新世时, 陆良山还未完全隆起, 仍有粗碎屑物堆积。之后, 随着陆良山的逐渐隆起, 杨林-嵩明盆地的轮廓与现代盆地轮廓渐趋一致。

杨林-嵩明盆地在第四纪早期的发育过程中, 盆地轮廓主要受控于北东和北西向断裂。它们分别位于现今盆地的东南和西南边缘。而小江西支断裂带的陆良山断层段和杨林-前所断层段在杨林盆地中间部位呈左阶斜列, 形成盆地内部的阶区结构, 即盆地内部的拉分构造区。随着小江断裂左旋运动的发展, 盆地内部拉分构造区也形成了张剪切断层。据航片解译、野外填图观察和深部资料、钻孔资料分析, 张剪切断层北起龙街和龙旧之间, 经八步海、大官渡和杨林以东, 止于杨林东南河谷东缘断裂(图6)。张剪切断层的走向近南北, 与陆良山断层段和杨林-前所断层段的夹角为 $5-10^\circ$ 。

虽然杨林-嵩明盆地内部张剪切断层由于人类耕作见不到具体的断面, 但是以下几点可以帮助我们肯定它的存在: ① 盆地内部张剪切断层所经之处, 航空照片上有所显示, 断层东、西两侧若干段落影象的色调不一; ② 地貌上内部张剪切断层经过的位置相对两侧明显变低, 且有八步海等湖泊、洼地断续出现; ③ 据物探资料, 杨林-嵩明盆地基底的中间部位呈南北向的长条型地堑式下掉, 下掉的位置正好是内部张剪切断层经过的位置; ④ 据

## 2. 兗岗盆地内部张剪切断层

兗岗盆地规模很小, 晚第三纪时, 是和阳宗海盆地相连的断陷盆地。早更新世末期以来, 受东、西两侧边界走滑正断层的控制, 形成与阳宗海拉分盆地相分离的拉分盆地。东侧边界走滑正断层是海风园-施家嘴断层的北段, 西侧边界走滑正断层是杨林-前所断层的南段。盆地内部张剪切断层北起石头山附近盆地西侧边界断层, 南端止于兗岗村东盆地东侧边界断层上, 长约1.5km, 与边界断层的夹角 $30^\circ$ 以上(图4)。

兗岗盆地内部张剪切断层地貌上有较清楚的显示, 沿断层由多个水塘和洼地构成了负地形。在兗岗村东北1845高地南端见内部张剪切断层的断面, 产状 $350^\circ / NE \angle 77^\circ$ , 它切割了相当于河流II级阶地的基座及其上覆的盖层堆积(图5)。

## 3. 杨林-嵩明盆地内部张剪切断层

杨林-嵩明盆地是小江西支断裂带上规模最大的一个盆地, 且不同时期盆地的轮廓大不相同。早第三纪时, 盆地

盆地中 zk5、zk6、zk9 和 zk10 四个钻孔所揭露的第四系厚度，处在内部剪切断层上的 zk5、zk9 孔第四系厚 280m、250m，离内部剪切断层较远的 zk10 孔第四系厚仅 158m(蒋志文, 1973)。

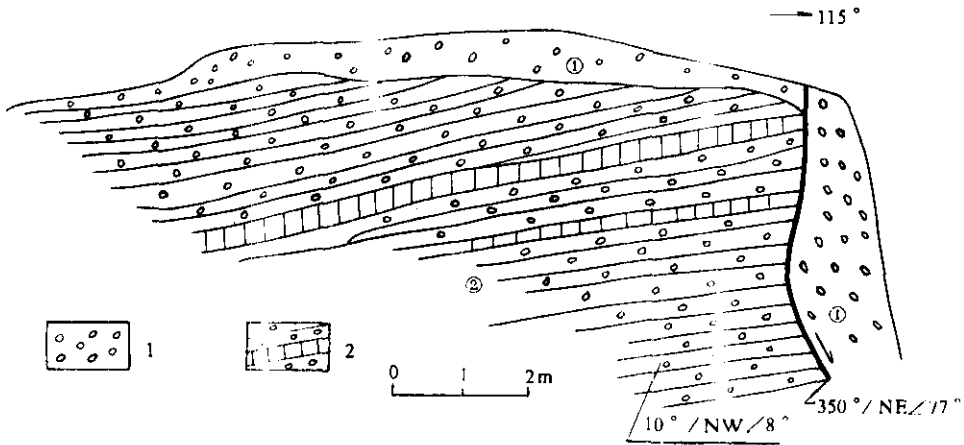


图5 兖岗村东盆地内部张剪切断层剖面

Fig.5 Cross-section of the extension-shear fault in the basin, east of Fugang

1. II级阶地上部无层理砾石层; 2. II级阶地基底砾石夹粉砂

#### 4. 清水海盆地内部张剪切断层

清水海盆地南北长约 5km，宽 1—2km，其绝大部分的面积被湖水占据，仅在南、北一小部分出露了湖积和冲洪积物构成的台地。盆地西缘和东缘分别受盆地边界走滑正断层控制，东南缘还受北东向的张性正断层控制。因此，清水海盆地也主要是受走滑正断层控制的拉分盆地。盆地的南端有一高出湖面 100 多米的南北向长条形小山包，由寒武系构成。山包以南至龙街子则为河流谷地。

野外填图发现，清水海盆地内部及其南端山包上也发育有张剪切断层，它北起海尾村，经盆地内部、小山包山脊、河流谷地，止于龙街子以北，长近 10km，与主断层夹角 10—20° (图 7)。

与阳宗海盆地类似，清水海盆地由于大部分被湖水覆盖，盆地内部张剪切断层仅在南、北两端见到形迹。北端见单条清楚的断裂槽地，宽几十到 100 多米。在湖边，航空照片显示曾有一鼓包，后被人们改造掉，它很可能就是盆地内部张剪切断层左施走滑形成的鼓包。

盆地南端由寒武系构成的基岩山脊上，发育 2—3 条断裂槽地，单条宽 10—25m，槽地两侧的陡坎高 1—3m。山脊以南，断层顺河谷延伸，在龙街子以北与边界走滑断层相交。

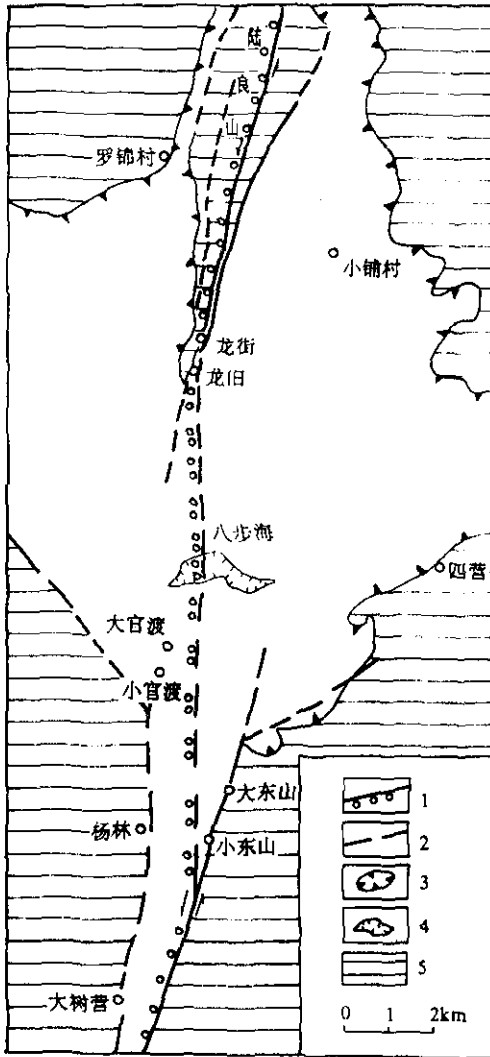


图6 杨林-嵩明盆地中部断裂平面分布图  
Fig.6 Distribution of faults in the central of the Yanglin-Songming basin

1. 盆地内部张剪切断层及1833年嵩明地震地表破裂带;
2. 盆地边界断层;
3. 盆地边界;
4. 现代湖泊;
5. 基岩山地

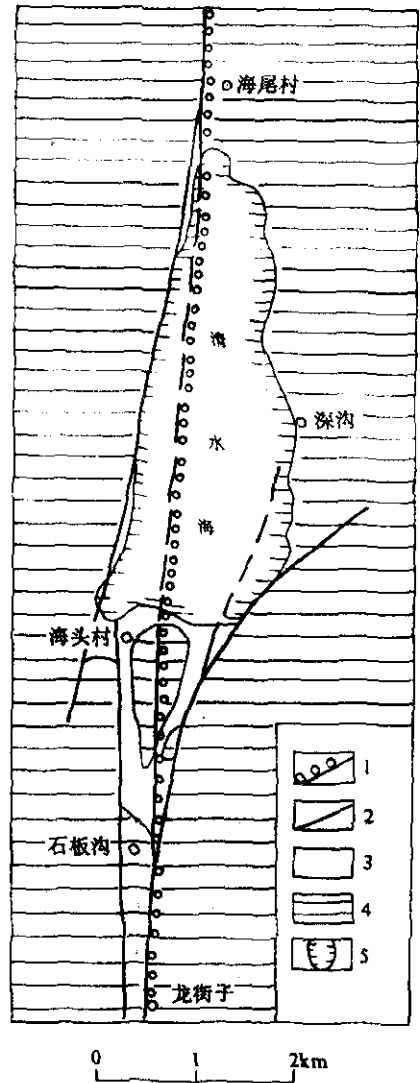


图7 清水海盆地及其内部张剪切断层平面图  
Fig.7 Map of extension-shear faults in the Qingshuihai basin

1. 盆地内部剪切断层及1833年嵩明地震地表破裂带;
2. 盆地边界断层;
3. 第四纪冲洪积层;
4. 基岩山地;
5. 湖泊

### 三、盆地内部张剪切断层与1833年嵩明地震地表破裂带的关系

由于盆地内部张剪切断层是走滑断层带内形成较晚的一种断层类型，因此它们比起盆地边界走滑正断层更具有明显的新活动性。这种明显的新活动性不仅表现在断层地貌和断

错最新地层清楚,而且大地震所产生的地震地表破裂带也沿其分布。

1833年嵩明地震地表破裂带沿盆地内部张剪切断层分布是十分明显的,上述贯穿拉分盆地或盆地内部拉分区的张剪切断层皆分布有这次地震破裂形迹。阳宗海盆地南端海晏村—核桃村段,串珠状洼地与水塘的形成即与这次地震的地表破裂有关。过核桃村后,破裂带在基岩山地中以沟槽和基岩裂缝为特点,宽的沟槽中套有的小地堑,虽然规模小,但具有面貌新鲜的特点,是这次大震地表破裂带常见的破裂形迹。阳宗海北端海风园—施家嘴段,破裂带也以地震沟槽为特点,图3探槽中的充填楔则为这次地震所产生<sup>①</sup>。

尤岗盆地内部张剪切断层面上,上述的串珠状洼地和水塘以及明显的负地形现象在很大程度上与1833年嵩明地震有关。图5中的断层应是这次大震产生的地震断层,控制盆地两侧边界的走滑断层在与盆地内部张剪切断层相交后,地表破裂带不再沿边界走滑断层分布,而是沿盆地内部张剪切断层分布。破裂带的这种分布格局反映了盆地边界断层和内部张剪切断层交汇后,地震地表破裂带是顺最新活动的内部张剪切断层分布的。

杨林—嵩明盆地内部张剪切断层所经之处,地形明显变低,因此,1833年地震地表破裂带也应沿其分布。另外,陆良山山脊上地表破裂带清楚,过龙旧后进入盆地,如按它的走向继续延伸,应到八步海、大官渡以西。但实地考察,八步海、大官渡以西地形上已处于较完整的平原面上,不具备破裂带的某些特征。同样,顺大东山往东北延伸,应到八步海以东,地形地貌上也不具备大震破裂带的某些特征。因此,从反证法也证明杨林—嵩明盆地内的1833年嵩明地震破裂带最有可能经过的地段是盆地内部张剪切断层段。

清水海盆地南、北两端,1833年嵩明地震地表破裂带也是清楚的,其分布位置也与盆地内部张剪切断层相一致。前已述及的盆地南端基岩山地上的沟槽和盆地北端的小鼓包都是破裂带的形迹。

## 四、盆地内部张剪切断层几个问题的讨论

### 1. 形成机制及时代

陈社发等(1985)和吴章明等(1988)都曾对拉分盆地内部张剪切断层的形成机制进行过讨论,认为拉分盆地内部张剪切断层是拉分区两侧次级走滑正断层所夹持的块体在走滑运动过程中沿里氏破裂面发育的断层。实际上拉分盆地内部张剪切断层的形成是受多方面因素控制的,里氏破裂面在其中起了较重要的作用。拉分盆地形成之初,在两条剪切断层构成的岩桥区内,就可能有里氏破裂面产生,里氏破裂面由上到下、由局部向全部逐渐破裂,同时,岩桥区块体上层的物质顺里氏破裂面不断拉开便形成拉分盆地。拉分盆地形成之后,构成盆地基底的岩石继续产生里氏破裂并逐步发展成内部张剪切断层。内部张剪切断层除切割基底外,盖层也会被切割,被切割的基底和盖层又处在被拉张的过程中。

由以上分析可知,拉分盆地内部张剪切断层是拉分盆地形成之后,其基底受边界走滑断层的影响,顺里氏破裂面逐渐发育起来的张剪切断层,它们的形成时代要晚于拉分盆地的形成时代。据国家地震局地质研究所(1992),当拉分区演化到一定程度,拉分作用减弱

<sup>①</sup> 国家地震局地质研究所、云南省地震局小江带填图组,1992,小江活动断裂带1:5万地质填图1991年工作报告。

或趋于停止时,内部张剪切断层才得以发育。这样,从拉分盆地发育到内部张剪切断层发育还要经历相当一段时间。

小江西支断裂带上的阳宗海、宄岗、清水海三个拉分盆地及嵩明盆地内部拉分区开始发育的时代基本上是早更新世末—中更新世初,其间可能有早晚之分,清水海盆地可能要晚一些,但它们发育成熟的时间应是在晚更新世,各盆地地层分布最广的是晚更新统和全新统。由此推断盆地内部张剪切断层的形成时代应是晚更新世末—全新世。

## 2. 内部张剪切断层的扩展

拉分盆地或盆地内部拉分区张剪切断层形成之后,在其之后的发展过程中,它们全部贯穿了整个拉分盆地,有些还贯穿了盆地端部的基岩小山丘和山地。宄岗盆地、杨林—嵩明盆地内部拉分区的张剪切断层仅贯穿了盆地,它们向两端延伸并没有切割盆地边界走滑正断层,而是被边界走滑正断层所阻挡。阳宗海盆地内部张剪切断层其北端也被盆地边界走滑正断层所阻挡,但其南段却切穿了盆地边界走滑正断层并在基岩山地内继续延伸和破裂。清水海盆地内部张剪切断层南北两端也都未切割边界走滑正断层,但在清水海南端却切割和贯通了基岩山丘。由此可见,拉分盆地内部张剪切断层两端大多被边界走滑正断层限制住,但也有个别盆地内部张剪切断层切割边界走滑正断层并向盆地以外的山地继续破裂。当盆地内部张剪切断层仅贯通拉分盆地,两端被边界走滑正断层限制住时,说明边界走滑正断层的新活动强度要大于内部张剪切断层的新活动强度。当盆地内部张剪切断层不仅贯穿了整个盆地,而且还切割了边界走滑正断层并向盆地以外的基岩山地继续发展和破裂时,则有二种可能,一是盆地内部张剪切断层的新活动强度要大于边界走滑正断层的新活动强度;二是边界走滑正断层全新世已经基本停止了活动。

盆地内部张剪切断层切割边界走滑正断层并向盆地以外山地继续破裂的现象在我国尚属首次发现,它说明拉分盆地内部张剪切断层形成以后,对拉分盆地所起的控制作用有逐渐代替边界走滑正断层的趋势。

## 3. 内部张剪切断层与现代湖泊的关系

前述的小江西支断裂带阳宗海和清水海拉分盆地都是现代湖盆,宄岗拉分盆地和杨林—嵩明盆地内部拉分区则是串珠状水塘和洼地发育的地区。这些现象说明,拉分盆地内部张剪切断层对拉分盆地后期的发展起重要的控制作用。由于它不但具有强烈的水平走滑,而且还具有明显的张性特征,因此使拉分盆地中间部位即断层经过的部位产生较大幅度的地面下降,并造成现代湖泊、水塘及洼地的形成。阳宗海湖盆湖水深达90多米,清水海湖盆湖水达30多米。看来,随着拉分盆地内部张剪切断层的形成及强烈新活动,虽然盆地边界走滑正断层对盆地的控制作用会逐渐减弱,导致盆地的拉分作用逐渐变小,但拉分盆地的断陷作用却会继续进行。

## 参 考 文 献

- 国家地震局地质研究所、宁夏回族自治区地震局, 1990, 海原活动断裂带, 地震出版社。  
国家地震局地质研究所, 1992, 西藏中部活动断层, 地震出版社。  
蒋志文, 1973, 滇东杨林盆地新生代地层的划分和新构造变动, 云南地质科技情报, 3期。  
陈社发、邓起东, 1985, 南、西华山断裂带中拉分盆地的构造组合及其演化模式, 国家地震局地质研究所, 现代地壳运动研究, 1, 地震出版社。