

# 滇西北地区最大断层错距、破碎带 宽度与断层长度的关系\*

皇甫岗 王晋南

(云南省地震局)

## 摘 要

本文对滇西北24条中小型走滑断层的40组端点距 $L_d$ 与错距(D)的数据进行了回归分析,发现二者具有良好的线性关系,即 $L_d=2.75D-0.15$ 。由该区的断层破碎带宽度(W)与错距(D)的经验统计关系,得出了由最大断层破碎带宽度( $W_{max}$ )估计断层长度的表达式,即 $L=101.75W_{max}-0.30$ 。在本文中,还应用上述关系式对有争议的定西岭断裂南延趋势及剑川—白汉场断裂的长度作了定量估计。

**关键词:**滇西北;端点距;最大断层破碎带宽度;最大断层错距;断层长度

## 一、前言

各种地震断层位移模型都建立在一个基本为人们所接受的事实之上,即地震断层的破裂宽度存在着由中部向两侧逐渐衰减的趋势<sup>(1)(2)</sup>;同类型的地震断层长度与地震位移量之间具有良好的相关性<sup>(3)(4)</sup>。那么,在地史时期经历了复杂变形而逐渐发育起来的地壳内的实际断层,它们的位移分布与破碎带宽度是否也具有与地震断层相似的特点呢?这对于研究断层几何学和运动学特征是十分重要的。本文在实地调查和测量的基础上,以滇西北地区的断层为例,对上述问题进行了研究,并得出了相应的关系式。

## 二、取样方法

### 1. 断层错距的取样原则

对断层错距的取样遵循以下原则:

(1)断层结构单一,具有良好的贯通性,并属自然尖灭型。

(2)断层错距以走滑分量为主,具有明显的断错标志层,而且保证断层两侧对应的标志层厚度基本一致。

(3)排除倾滑断层造成的断层水平断错效应,沿断层由标志层所示的位错方向一致。

本文所研究的滇西北地区断层取样位置见图1。

### 2. 端点距的定义及测量

\*地震科学联合基金资助项目

端点距( $L_d$ )系指所测断错点到断层端点的最近距离(图2)。

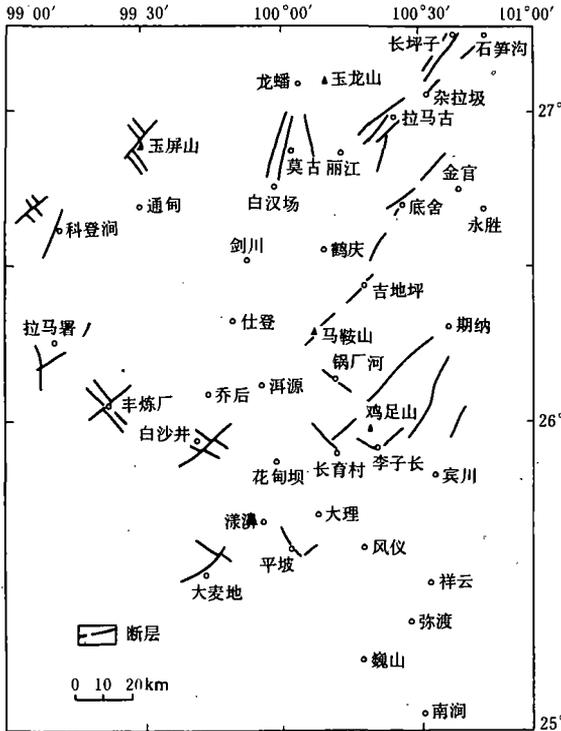


图1 滇西北地区选测断层平面分布图

Fig. 1 Plane distribution of the faults in Northwest Yunnan

端点距可根据地质图来测量。首先确定断错标志层, 然后以标志层的中心为起量点, 测量它到最近断层端点的距离, 如果沿一条断层有若干断错标志层, 则可得到一系列端点距。

实测的断层错距和端点距见表1。表1中44组数据取自24条中小型断层。这些断层基本上是第四纪以来形成的。

### 三、最大断层错距 $D_{max}$ 、破碎带宽度 $W_{max}$ 与断层长度 $L$ 的关系及应用

#### 1. 端点距 ( $L_d$ ) 与断层错距 ( $D$ ) 的统计关系。

对表1中给出的40组  $L_d$  和  $D$  的数据作线性回归分析, 得到如下关系式:

$$L_d = 2.75D - 0.15(km), \tag{1}$$

线性相关系数  $R=0.96$  (图2), 表明端点距与错距具有良好的线性关系, 断层的错距由中间向两侧逐渐衰减。影响投点离散的原因可能有以下几个方面: (1) 某些较老的断层存在反复错动的可能, 以致所测错距偏小; (2) 难以完全排除小量级的断错地层效应, 导致个别点有较大的水平视错距; (3) 与岩性刚度相关的错距衰减快慢不同。

在本文中, 笔者还对4组止裂型断层的  $L_d$  和  $D$  样本进行了回归分析, 发现该类断层的错距衰减似乎要慢得多(图3)。

#### 2. 断层长度( $L$ )与最大断层错距( $D_{max}$ )的关系

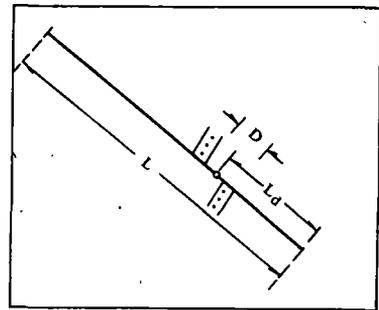


图2 端点距测量示意图  
 $L$ : 断层长度;  $D$ : 断层错距;  
 $L_d$ : 端点距

Fig. 2 Survey of distance to tip

1)皇甫岗、王晋南,滇西北地区断层破碎带宽度与断层错距关系的研究(待刊)。

表1 滇西北地区断层错距和断层端点距测量一览表

编号	断层名称	L (km)	L <sub>d</sub> (km)	D (km)	编号	断层名称	L (km)	L <sub>d</sub> (km)	D (km)
1	平坡	4.4	1.0	0.70	23	白沙井	13.0	2.4	0.95
2	长育村北	1.2	0.5	0.16	24		13.0	1.2	0.70
3	李子长	3.4	1.2	0.40	25	锅厂河	>10	1.8	0.60
4	鸡足山西	24.0	7.2	2.50	26		>10	0.4	0.10
5		24.0	4.2	1.70	27	莫古	9.0	2.8	1.20
6	昌蒲塘	10.0	0.5	0.06*	28		9.0	1.3	0.80
7		10.0	1.5	0.20*	29	大麦地西	10.6	1.6	0.60
8	玉屏山	15.0	2.7	1.20	30	拉马署	3.2	0.7	0.40
9		15.0	5.2	1.80	31	科登河	2.8	1.6	0.80
10		15.0	1.4	0.50	32	聂如拉	2.4	0.8	0.20
11	石笋沟	1.0	0.4	0.30	33	丰炼厂西	6.4	2.2	1.00
12	长坪子南	1.7	0.6	0.40	34		6.4	2.8	1.20
13	玉合河	22.0	8.0	1.40*	35	杨木桥	3.4	0.9	0.50
14		22.0	4.8	0.70*	36		3.4	1.4	0.60
15	底舍	3.6	1.7	0.60	37		3.4	1.0	0.30
16	杂拉坡	8.0	0.7	0.30	38	岩洞	8.4	1.8	0.40
17		8.0	1.6	0.40	39	青甸弯	2.4	0.8	0.35
18	拉马古	2.5	0.9	0.35	40	斗达坡	5.4	1.2	0.70
19		1.4	0.3	0.20	41		5.4	1.3	0.40
20		5.0	2.2	1.00	42	马鞍山	14.0	2.6	0.80
21	吉地平	1.2	0.2	0.20	43		14.0	5.2	1.60
22		2.0	0.2	0.20	44		14.0	2.3	0.70

注:资料来源于1:200000地质图(丽江、鹤庆、大理、维西、兰坪5幅)。表中\*示断层止裂型。

与地震断层类似,较单一型走滑断层的位错分布也有中间大两端小的特点<sup>[5]</sup>。故可作这样的假设:在断层的中心处,断层错距最大,即当 $L_d=L/2$ 时, $D=D_{max}$ 。将其代入(1)式,有

$$L = 5.5D_{max} - 0.30(km)。 \quad (2)$$

### 3. 断层长度(L)与最大断层破碎带宽度( $W_{max}$ )的关系

通过双剪摩擦实验,我们曾观察到断层泥带宽度与断层错距呈明显的正相关关系<sup>[6,11]</sup>,通过对滇西北地区48组断层破碎带宽度(W)与断层位移(D)的统计分析,可以得到如下经验关系式:

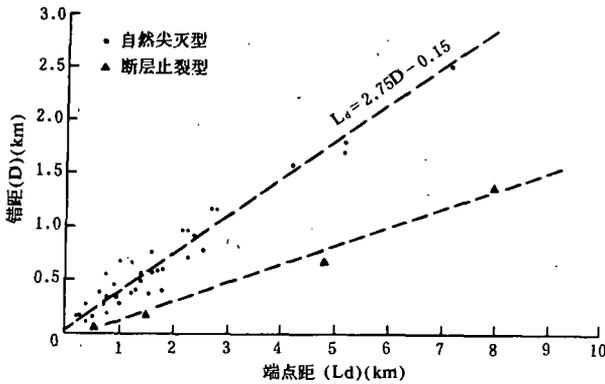


图3 端点距与断层错距散点图

Fig. 3 Plots of distance to tip versus the fault displacements for 44 points out of 26 faults in Northwest Yunnan

段。野外考察表明,定西岭处断裂破碎带宽为50m,向南南东方向到响水河断裂的距离约4km。由(1)式和(3)式可以求得定西岭断裂在定西岭处的端点距约为2.54km。考虑到统计所存在的误差,这一量值至少反映定西岭断裂向南跨过响水河断裂的可能性不大。

#### (2) 剑川—白汉场断裂的长度估计

笔者对于剑川—白汉场断裂做了详细的断层破碎带宽度填图,确定该断裂的最大破碎带宽度为750m,位于剑川北约14km的九河附近。据(5)式可得它作为单一断层的实际长度为76km。

### 四、结论

通过本文的上述讨论,可以得到以下初步认识:

(1) 断层错距沿断层的分布具有一定的规律,在滇西北地区有  $L_d = 2.75D - 0.15$  的关系。

(2) 单一断层的最大破碎带宽度与断层长度具有明显的正相关关系,在滇西北地区有  $L = 101.75W_{max} - 0.30$ 。

(3) 根据  $L_d - D$  和  $L - D_{max}$  统计关系式判断,定西岭断裂似乎并未跨过程海断裂带的最南支——响水河断裂;作为一条单一的断裂,剑川—白汉场断裂的长度为76km。

(本文1990年11月10日收到)

### 参考文献

- [1] 丁国瑜,关于地震研究的几个问题(代前言),中国地震断层研究,新疆人民出版社,1988.
- [2] 邹定元,我国走滑型断层地震裂缝水平位错分布的考察研究,地震科学研究, No. 2, 1984.
- [3] Bonilla, M. G. et al., Interim report on world historic surface faulting, U. S. Geol. Surv. Open-File Rept., 82, 1970.

$$D = 18.5W \quad (3)$$

相应地,

$$D_{max} = 18.5W_{max} \quad (4)$$

将(4)式代入(2)式得,

$$L = 101.75W_{max} - 0.30(km) \quad (5)$$

#### 4. 应用

根据上述关系式即可以对实际断裂的端点距及长度作出估计。

##### (1) 定西岭断裂的南延问题

定西岭断裂是中生代以来发育起来的,有证据表明其现今尚在活动<sup>[7]</sup>。由南向北至洱海,定西岭断裂的破碎带宽度有逐渐变宽的趋势,这意味着定西岭位于该断裂的南

- (4) Simmons, D. B., Faults and earthquake magnitude, U. S. Army Engineer Experiment Station, Vicksburg, Mississippi, Miscellaneous Paper S-73-1, Report 6, 1977.
- (5) 皇甫岗, 断层泥的厚度、粒度与断层错距的关系, 四川地震, No. 1, 1988.
- (6) 皇甫岗、马瑾, 非粘土断层泥带厚度与断层错距关系的实验研究, 中国地震, Vol. 6, No. 3, 1990.
- (7) 魏顺民、张靖等, 云南红河断裂北段断裂位错与地震重复发生的时间间隔, 地震地质, Vol. 6, No. 1, 1984.

## RELATIONS OF MAXIMUM FAULT DISPLACEMENT, MAXIMUM WIDTH OF FAULT CRUSH BELT AND FAULT LENGTH IN NORTHWEST YUNNAN

Huangfu Gang, Wang Jinnan

(*Seismological Bureau of Yunnan Province, Kunming, China*)

### Abstract

The authors found that fault displacement ( $D$ ) linearly relates to distance to tip ( $L_d$ ) which denotes the distance from a certain offset spot to the fault tip, based on the statistics of 40 sets of ( $L_d$ ,  $D$ ) out of 24 faults in Northwest Yunnan. At the same time, according to the relationship of fault crush belt width ( $W$ ) to fault displacement, the fault length ( $L$ ) might be obtained by maximum width of fault crush belt ( $W_{max}$ ). In this paper, the authors applied the relations mentioned above to quantitatively evaluating the extension toward south of Dingxiling fault as well as the length of Jianchuan fault in Northwest Yunnan.

(上接35页)

## EXPERIMENTAL STUDY ON SUDDEN INSTABILITY PROCESSES OF ROCKS UNDER TRIAXIAL COMPRESSION

Zhang Lu, Wang Wei, Wang Shengzu

(*Institute of Geology, SSB, Beijing, 100029*)

### Abstract

The experimental study on sudden instability processes of the intact Juyongguan granite and Qian'an quartzite specimens and those of Juyongguan granite with saw cuts are carried out at room temperature and solid confining pressures, using the high speed data collecting system with a videotape recorder. The result indicates that when specimen slides rapidly along its internal oblique fracturing or sliding belt and instability takes place suddenly in the system, the stresses and displacements of different measured points in the testing system vibrate, attenuate, and tend to a new stable terminal state. The whole dynamic process can be divided, in terms of initial motion semi-period of the vibration, into two stages, frictional sliding stage and free vibration one. The synthetic dynamic stress-strain (relative displacement) curves are created from the stress and displacement data recorded. It is also shown that the maximum dynamic sliding displacement is equal or approximate to that of terminal state and the ratio of dynamic stress drop to terminal one is about 1.6.