

云南巧家段金沙江断错河谷

朱成男 滕德贞 段加乐 王洋龙

(云南省地震局, 昆明)

一、问题的提出

Wallace 等人^[1-4]成功地将断错水系的概念广泛地应用于测定断层错距。在我国,丁国瑜^[5]等非常重视这一概念,并将其应用于研究中国的活动断层。这一概念认为跨越移动着的走滑断层的河谷、水系和山脊等地貌单元应当被该断层逐步错开,并形成一种显示断层错距的左弯或右弯形态。金沙江在云南蒙姑之南跨入小江断裂带,并沿着该断裂带往北北西方向流经 50 公里,然后在巧家之北流向北东而离开小江断裂带(图 1)。基于以上概念,金沙江的巧家段河谷在形态上具备了断错河谷特征。因为上述概念并不可逆,我们不能简单地将弯曲河谷统统视为断错河谷,所以有必要证明该段河谷为断错河谷。

如果此段金沙江河谷真的被错开了,就意味着自金沙江存在以来小江断裂已有 50 公里的左旋水平滑动。毫无疑问,这对估计云南川西地区的新构造运动性质,评价小江地震带的地震危险性,分析小江断裂的地质历史和预测小江断裂带的某些矿床分布等问题均有明显意义。

二、论 证

论证这个问题,我们是从地貌法和地质法两方面入手的,使其免于多解性。

就地貌法而言,需要逐个检查跨越小江断裂的水系、盆地、山脊等地貌单元,诸如南盘江、牛栏江、嵩明盆地等是否已被错开,若金沙江被错开了,这些地貌单元也应当被错开,否则,金沙江的弯曲形态只能解释为侵蚀性的。沿着小江断裂的调查结果表明,东支小江断裂错开牛栏江和南盘江分别为 18 公里和 24 公里(图 1 中的 I-B、C);西支小江断裂错开大白河和嵩明盆地各为 10 公里(见图 1 中的 I-D)。不仅如此,曲江被四支小江断裂一一错开(图 1 中的 I)。河流的袭夺作用造成了一些水系的复杂性,但是在恢复原水系之后,所有跨过小江断裂带的水系均显示左弯形态。功山附近的一系列晚第四纪河谷和山脊(图 1 中的 V)被东支小江断裂错开形成一些诸如断错水系、窗棱脊、断层崖、剪刀点和断层塘等构造地貌现象。宜良县阳宗海之北的西支断裂上也发现有类似的典型现象。

这些构造地貌现象被小江断裂同步错开的事实,一方面证实了金沙江巧家段河谷左弯形态不是一般的侵蚀弯,而是断错河谷;另一方面也给出了小江断裂的详细滑动资料(一部分见表 1),显示其不同时间尺度内的不同错距。

既然如此,跨越小江断裂的地层和构造也应当被错开。我们以云南省地质局出版的 1/50 万地质图为基础,对小江断裂的东川、嵩明、寻甸、宜良、华宁等关键性部位做了 1/5 万的地质

本文 1984 年 2 月 6 日收到。

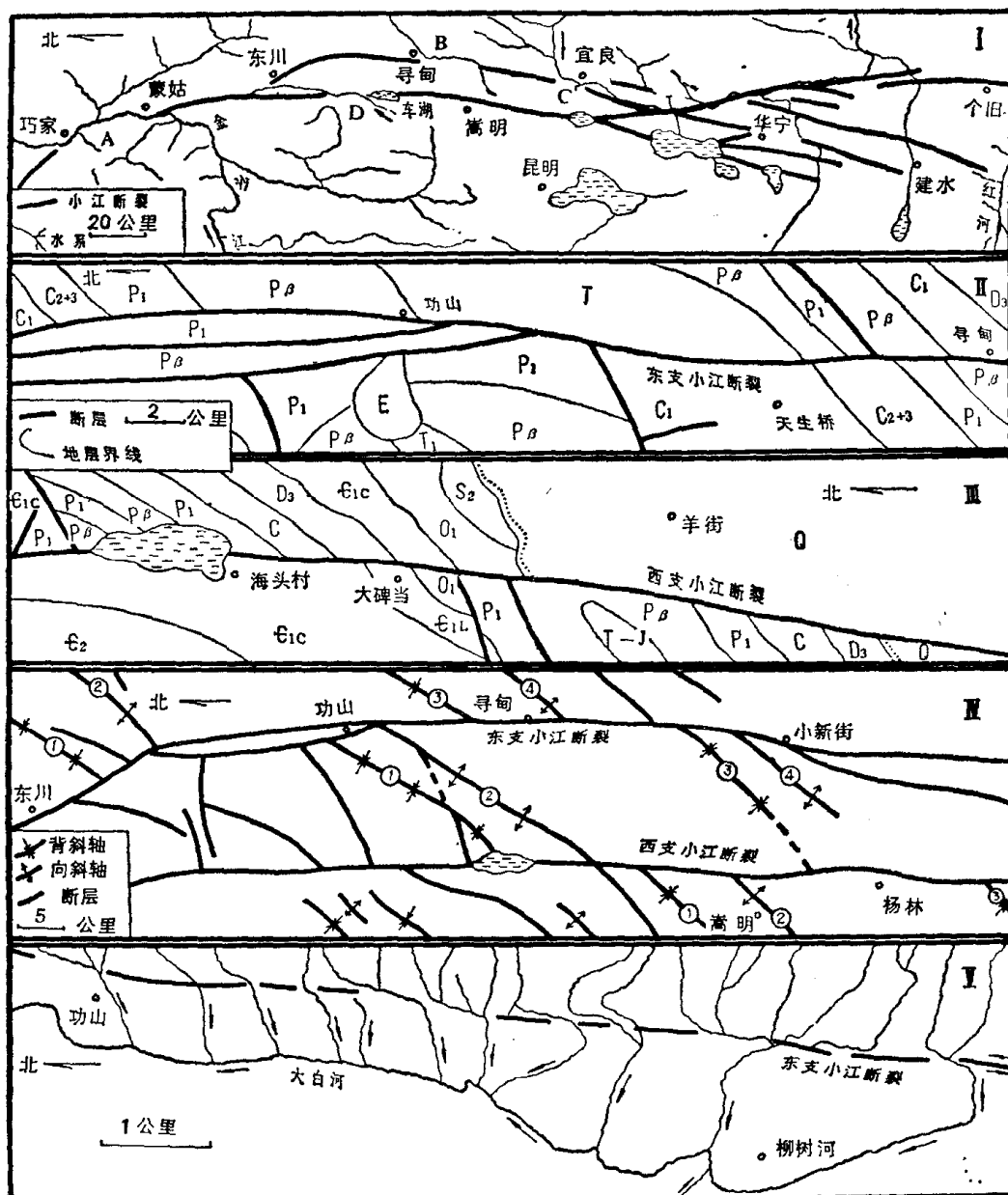


图1 小江断裂左旋错断金沙江及其地质证据的综合图示

- I. 小江断裂错断几条较大水系: A. 错开金沙江; B. 错开牛栏江; C. 错开南盘江; D. 错开大白河上游;
- II. 寻甸以北东支小江断裂错断地层图示; III. 车湖一带西支小江断裂错断地层图示; IV. 东西两支小江断裂错断地质构造图示; V. 寻甸县功山之南大白河右岸晚第四纪错断水系

填图。图1中的II和III是这类工作结果的一部分,深刻地揭示了小江断裂的各个分支左旋错断大量地层和构造的事实。

功山以北的东支断裂东盘上一套古生代地层在天生桥以南的该支断裂西盘上完全重复出现(图1中的II)。以二迭系中峨眉山玄武岩和灰岩的界线为标志求得25.8公里的左旋滑距。为了消除地层厚度变化对测定错距的影响,我们用三个不同的地层界线为标志求得平均水平错距为26.6公里。用同样的方法求得西支断裂在车湖以南段的错距为15.7公里(图1中的III)。因此,这两支断裂在寻甸至车湖地区的总错距应为42.3公里。但是,东川以北的一套古生界及有关构造显示断裂的左旋水平错距为55公里。通过对比褶皱大小和间距来寻求断层

表 1 小江断裂水平错距分布简表

编 号	位 置	错 距 (公里)	依 据	估 计 时 间
1	巧 家 南	50	金沙江错开	新第三纪以来
2	巧 家 南	55	地层和构造错开	新第三纪以来
3	东川-嵩明	50	褶皱错开	新第三纪以来
4	寻甸-嵩明	42.3	地层错开	新第三纪以来
5	寻 甸 南	18	牛栏江错开	上新世以来
6	宜 良	24	南盘江错开	中新世后
7	嵩 明 北	10	大白河错开	中新世后
8	嵩 明	10	盆地错开	上新世后
9	阳 宗 海	2	山脊和湖盆错开	第四纪中
10	华 宁	12	地层、构造和水系错开	新第三纪以来
11	东 川 北	0.01—0.8	断错水系、山脊等 10 处	晚第四纪中
12	东 川 南	0.006—0.5	断错水系和山脊等 5 处	晚第四纪中
13	寻甸功山	0.006—0.8	断错水系和山脊等 15 处	晚第四纪中
14	嵩明-羊街	0.008—0.2	断错水系和山脊等 5 处	晚第四纪中
15	宜 良	0.008—0.5	断错水系和山脊等 8 处	晚第四纪中
16	华 宁	0.03—1	断错水系 3 处	晚第四纪中
17	建 水	0.02—0.5	断错河谷 6 条	晚第四纪中
18	个 旧	0.01—0.6	断错河谷 4 条	晚第四纪中

两盘上被错开的褶皱之间的对应关系，发现在东川—寻甸—嵩明地区有两组规模较大的褶皱被错开（图 1 中的 IV）。两组褶皱之间的间距为 80—85 公里，而每组褶皱均由一个轴距为 7—8 公里的向斜和背斜组成。根据这两组褶皱图案特征，我们容易识别它们，即便在被错开很大距离的情况下。以此，求得了小江断裂在这里有 50 公里的滑距。

金沙江断错河谷及其论证资料揭示的小江断裂带错距分布有如下特征：

1. 金沙江断错河谷显示的左旋水平错距 50 公里，同一地段的古生界及有关构造被错开 55 公里，表明小江断裂左旋运动的开始时间略早于金沙江开始发育的时限。被小江断裂错开的向斜中的最年轻地层是下第三系，这表明被错褶皱是在老第三纪中封闭的。因此，小江断裂开始左旋滑动的时间晚于老第三纪。自上新世以来嵩明盆地已被西支小江断裂错开 10 公里，而此断裂在这一带的总错距为 15.7 公里，所以上新世以来的滑动量占整个滑动量的大部分。因此，我们有理由认为小江断裂的大部分左旋水平滑动量发生在新构造运动时期。

2. 东川以北的北段小江断裂的总错距为 55 公里，东川附近为 50 公里，寻甸至嵩明段 42 公里，华宁附近的南段为 12 公里，这就说明沿小江断裂的滑动量是向南逐渐减少的。小江断裂向南逐渐撒开成多支（见图 1 中的 I），而且多数分支断裂端部相接部位发育了晚新生代盆地。这些盆地吸收了一部分水平位移量，并将其转换成垂直位移。这可能是位移量向南衰减的主要原因。

3. 就东西两支小江断裂而言，其中段的滑距分别为 26.6 公里和 15.7 公里，显然东支的滑动量大于西支的。

三、推论和意义

基于对金沙江断错河谷的研究结果，引伸出如下的推论和研究意义：

1. 对川滇地区新构造运动性质的理解: 新构造运动造成云南高原和川西地区的抬升, 其抬升量可以用金沙江的下切量来表达。下切量约为 2—3 公里, 因为从玉龙雪山之顶到金沙江河谷之底的相对高差只有 4 公里。在金沙江下切期间, 小江断裂错动了 50 公里, 是地壳抬升量的十余倍。因此, 在新构造运动期间本区地壳中的水平滑动量占优势。本区地壳运动的这种性质跟基于地震^[6-9]和地质^[12-15]的研究所得到的中国整个大陆地壳运动性质相一致。

2. 关于小江断裂的发育史和矿产预测: 本文研究结果表明被小江断裂错开的由中生代到古生代的地层和构造到老第三纪时还是彼此连接的, 所以我们认为老第三纪以前的小江断裂其规模和滑动量都是不大的。因此老第三纪以前的小江断裂在地史上是不重要的。因而前人所理解的小江断裂历史应当从根本上加以改变。

这一结果可以用在预测某些被错开的含矿地层的位置, 例如著名的前寒武系中的东川铜矿位于小江断裂的西盘上, 如果该矿也被小江断裂错开的话, 我们一定能在巧家之东的断裂东盘上找到, 尽管那个地区已为年轻地层所复盖。因此, 巧家以东地区是寻找铜矿的远景区。

3. 在构造学和地震学中的意义: 本文结果不仅证明了前人^[15-16]提出的有关小江断裂左旋滑动的结论, 而且还给出了滑动量。这对认识西南地区断裂活动图像和分析小江断裂带次级构造活动都是非常有用的。根据已经取得的不同地点的滑动量, 我们有可能测定该断裂各段的滑动速度, 为预测小江地震带的地震危险区服务。

致谢: 我们衷心地感谢刘泽纯副教授和 K. E. Sieh 博士所给予的鼓励和帮助; 感谢夏文义同志审校并打印了本文的英文稿; 感谢云南省地震局所给予的经费支持。

参 考 文 献

- [1] Wallace, R. E., *Geo. Soc. Am. Bull.*, **60** (1949), 4: 781—806.
- [2] Wallace, R. E., *Stan. Un. Publ. Geo. Sci.*, **2** (1968), 6—21.
- [3] Alloen, C. R., *Multi. Approach to Earthqu. Pre.*, **2** (1982), 67—85.
- [4] Sieh, K. E., *Seis. Soc. Am. Bull.*, **68** (1978), 1421—1448.
- [5] 丁国瑜, *地震*, 1982, 1: 3—8.
- [6] 马宗晋等, 1966—1970 中国九大地震, 地震出版社, 1982, 216.
- [7] 杨理华等, *华北地壳应力场*, 地震出版社, 1980, 123.
- [8] 时振梁等, *地质科学*, 1973, 4: 281—293.
- [9] 刘百饒, *地震地质*, **5**(1983), 4: 281—293.
- [10] 刘光勋等, *地质力学论丛*, **5**(1979), 140—150.
- [11] 李玉龙, *西北地震学报*, **1**(1979), 4: 1—9.
- [12] 邓起东等, *科学通报*, **23**(1978), 4: 193.
- [13] 汪一鹏等, *地震地质*, **1**(1979), 3: 1—11.
- [14] 朱成男等, *地震研究*, **5**(1982), 3: 315—323.
- [15] 李坪等, *地质科学*, 1975, 4: 305—320.
- [16] 阚荣举等, *地球物理学报*, **20**(1977), 2: 96—109.