

## 断裂带变形分析方法研究\*

方颖 江在森

(中国地震局地震预测研究所,北京 100036)

**摘要** 结合地质、地球物理和小震精定位结果,对小江断裂带3条断层参数地质分段进行合理选取,并设定一定的差异范围,利用GPS区域网资料分析各断层段的变形状态。结果表明,断层参数的设定对反演结果影响很大(导致断层的位错量差异高达3 mm)。在断层参数难以确定的情况下,扫描线段法在一定程度上能反映断层的变形状态。

**关键词** 变形;断层参数;小江断裂;扫描线段法;GPS

中图分类号:P315.72\*5

文献标识码:A

### ON FAULT ZONE DEFORMATION ANALYSIS METHODS

Fang Ying and Jiang Zaisen

(Institute of Earthquake Science, CEA, Beijing 100036)

**Abstracts** From the results combined with geology, geophysics and fine positioning of small earthquakes, the fault segment parameters were selected reasonably and the a certain scope of differences in Xiaojiang fault segments was set, and the deformation of fault segments was analyzed using GPS data. The analyzing results show that the fault parameters have relatively big impact on the inversion results, and the calculated dislocation difference is up to 3mm. In the case of difficultly defining fault parameters, the processing with scan line method could more accurately reflect the deformation of the fault, to a certain extent.

**Key words:** deformation; fault parameter; Xiaojiang faults; scan line method; GPS

## 1 前言

强震多数发生在大断裂带上,因此,对大断裂带变形及滑动的研究一直是大地形变学科的研究重点。但大地形变中的任何一种手段都是基于断层的位置是固定的<sup>[1-4]</sup>,而断裂带是由多条断层组成,出露于地表的断层迹线不一定与深部断层一致,对于隐伏断层,更难确定其真实的地理位置。小江断裂带由多条断层组成,由于用于形变研究的地面观测资料的覆盖密度较小,不能对每条小断层进行单独研究,以往的研究常把大的断裂带简化成一条直线

段代替,而这条给定的断层是否能真实地反映断裂带的变形状态,值得分析和研究。

## 2 研究方法简介

大地震发生后的数年内,大量小震在断层面及其附近发生,因此小震震源位置的空间分布可以较精确地勾画出断层面的形状和位置。万永革等<sup>[5]</sup>曾利用小地震精定位的资料确定断层的真实位置。由于小江断裂带由多条分支组成,受资料覆盖密度的限制,难以对每条小的分支进行细化分析,本研究把小江断裂分成3个地质分段即北段、中段、南段

\* 收稿日期:2010-12-29

基金项目:中国地震局行业专项:小江断裂带的中长期地震潜势定量研究(200708035)

作者简介:方颖,女,1968年生,研究员,主要从事GPS与地壳运动的研究。E-mail: powersohi@163.com

(东支),利用万永革提供的程序,对发生在小江断裂带附近的小地震精定位结果,确定3条分段的断层参数(长度、深度、走向、倾角、断层面位置)。

通过小震( $M_s 2.5 \sim 4.0$ )精定位计算各段的断层参数,沿小江带南段和北段的小地震分布比较稀疏(图1,粗线条为小震精定位结果),这会导致断层参数的计算结果存在较大的不确定性,为此,又收集了断层参数的地质及地球物理结果<sup>[6,7]</sup>,表1表明两种结果存在一定的差距。受目前观测手段及数据的局限,无法判断哪种结果更接近真实,因此,融合地质、地球物理和小震精定位结果,并对所取参数设定一定的误差范围(断层倾角、走向角设定 $\pm 10^\circ$ 的取值范围,断层长度的取值范围为 $\pm 10$  km,断层深度取上、下10 km),组成多条断层段,对真实断层进行立体扫描。各个断层段分别组成1500条左右的扫描线段,利用GPS区域网资料(1999—2004年),应用Okada1992<sup>[8,9]</sup>模型(图2),反演得到所有扫描线段的位错结果。

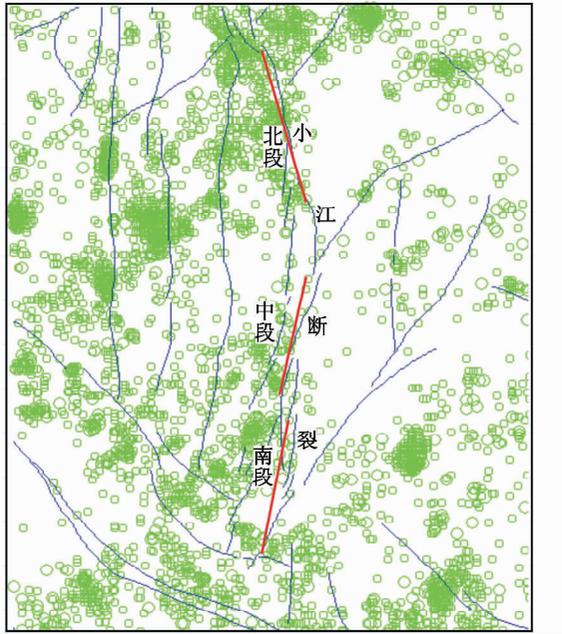


图1 小江断裂带位置及分段( $M_s 2.5 \sim 4.0$ )

Fig. 1 Position and segmentation of Xiaojiang faults ( $M_s 2.5 \sim 4.0$ )

表1 小震精定位得到的断层参数

Tab. 1 Fault parameters obtained by precisely relocated earthquakes

断层分段	小震精定位结果		
	走向( $^\circ$ )	倾角( $^\circ$ )	深度(km)
小江北段	170	87	35
小江中段	13	63	23
小江南段	15	77	23

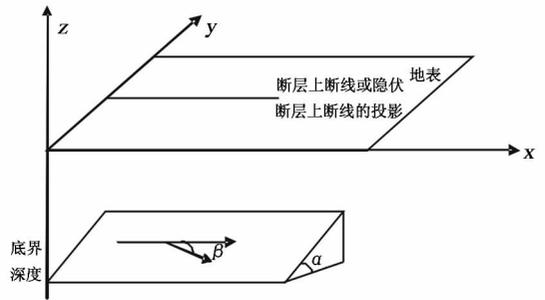


图2 Okada 1992 模型

Fig. 2 Okada 1992 model

### 3 断层变形结果分析

对小江断裂带的3个分段的扫描结果进行分析,用直方图来表示扫描线段断层面的滑动频率分布。

小江断裂北段:断层走滑量近正态分布,值域范围1~4 mm,高值区集中在3 mm左右,挤压量的分布比较离散,值域范围1~2.5 mm。如果选择断层参数存在差异,那么反演出的断层滑动量差异最大达3 mm,断层挤压的最大差异量约为1.5 mm(图3)。

同时,用断层两侧的GPS数据沿断层走向和垂直向作投影,此处断层参数参照地质上的断层地表位置,投影的平面图显示断层的走滑和挤压幅度与位错的结果基本一致。

小江断裂中段:断层走滑量分布在0.3~2.3 mm,高值区集中在1.5 mm左右,近正态分布,而挤压量的分布比较离散,值域范围0.5~1.5 mm。如果选择断层参数存在差异,那么反演出的断层滑动量差异最大达2 mm,断层挤压的最大差异量约为1 mm(图4)。

用GPS数据沿断层走向和垂直向作投影,断层参数参照地质上的断层地表位置,投影的平面图显示断层的走滑和挤压幅度与位错的结果基本吻合。

小江断裂南段:断层走滑量分布在2.9~4.7 mm,高值区集中在3.5~4.2 mm,近正态分布,而挤压量的分布比较离散,值域范围1.5~3 mm。如果选择断层参数存在差异,那么反演出的断层滑动量差异最大达2 mm,断层挤压的最大差异量约为1.5 mm(图5)。

用断层两侧的GPS数据沿断层走向和垂直向作投影,参照地质上的断层位置,投影的平面图显示断层的走滑和挤压幅度与位错的结果相一致。

### 4 结论与讨论

1)小江断裂3条分段的走滑分量均大于挤压

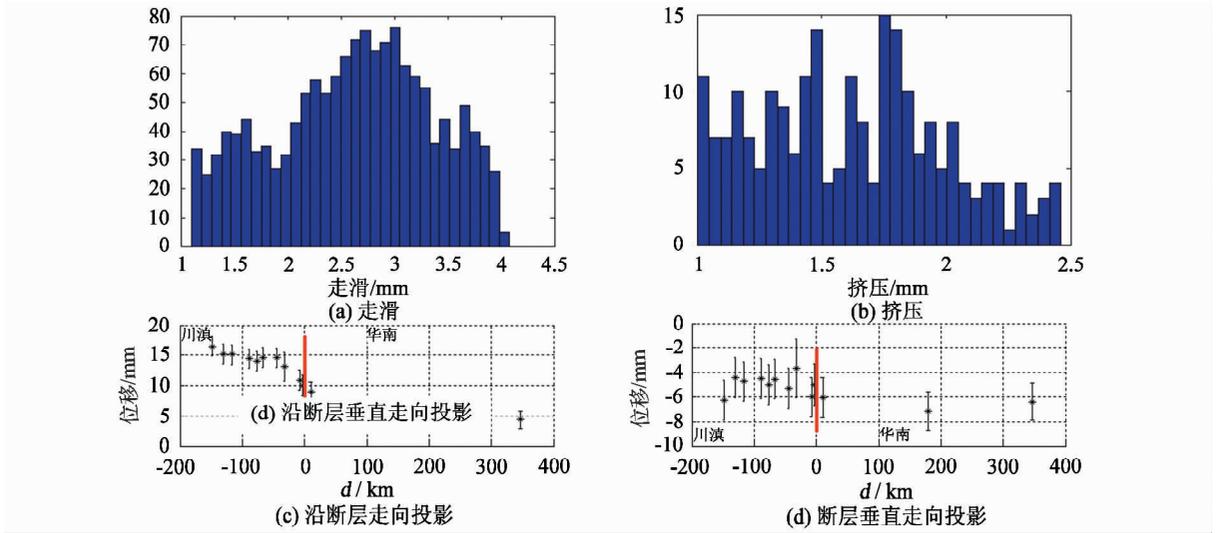


图3 小江断裂北段的变形

Fig. 3 Deformation of northern segment of Xiaojiang faults

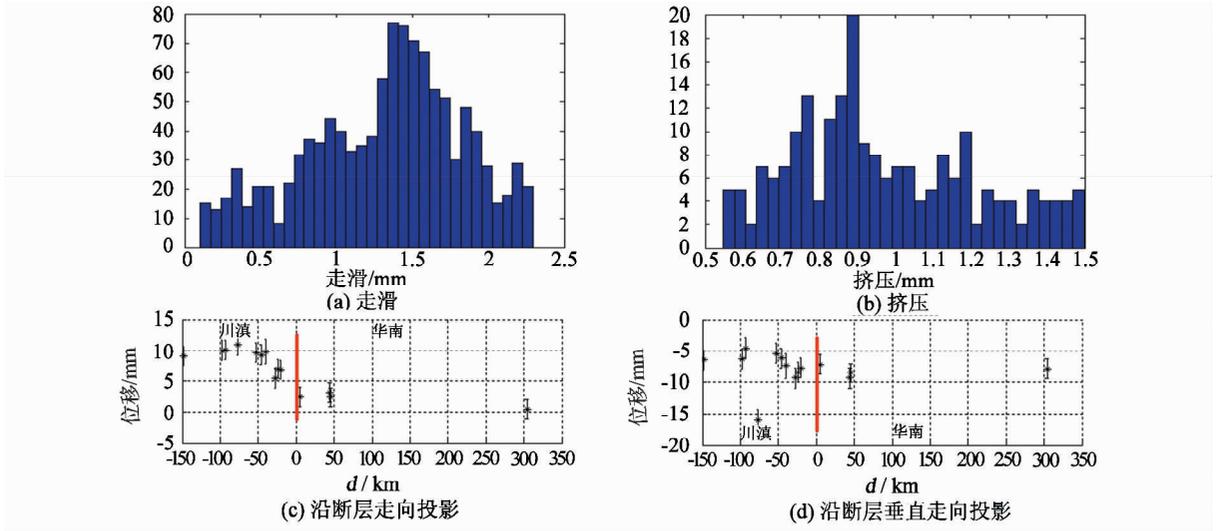


图4 小江断裂中段的变形

Fig. 4 Deformation of the middle segment of Xiaojiang faults

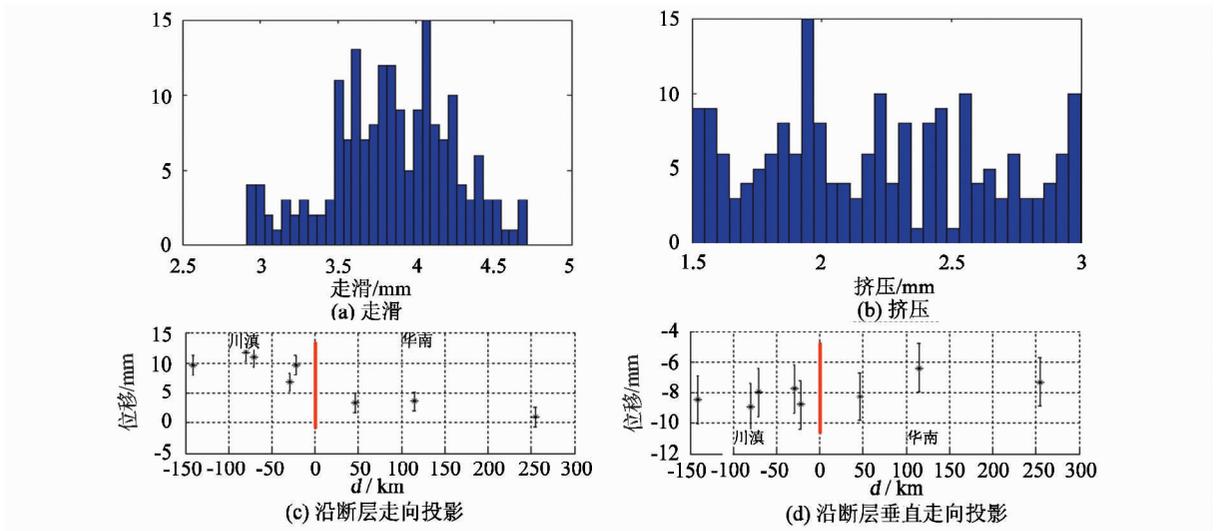


图5 小江断裂南段的变形

Fig. 5 Deformation of the southern segment of Xiaojiang faults

(下转第59页)