

江西寻乌震区地震地质特征初步研究

何 昭 星

(福建省地震局综合队)

提 要

江西省寻乌地区是一个中强地震的多发区,历史上曾发生过三次5—6级中强地震,1987年8月在寻乌县城附近又发生了一次 $M_s5.5$ 级中强地震群。本文概述了震区的区域地震地质构造背景,并根据现场宏观考察资料对1987年8月中强地震群的发震构造部位、震源构造力学模型等问题作了初步讨论。初步结论是:这次中强地震群的发生是在区域 $NW290^\circ-SE110^\circ$ 主压构造应力场作用下,震区新华夏断裂系统再度位错变形活动的结果。

地处闽粤赣三省边界的江西省寻乌地区,历史上曾发生过三次中强地震,即1804年寻乌5级(VI°)地震、1806年会昌周田6级(VII°)地震和1941年寻乌水源(龙岗)5.5级(VI°)地震。1987年8月在寻乌县城附近又发生了一次 $M_s5.5$ 级(VI°)中强地震群(8月2日 $M_L5.6$ 级、8月3日 $M_L5.2$ 级、8月15日 $M_L5.1$ 级),因而该区成为江西省中强地震的多发区(以下统称为寻乌震区)。近期的弱震活动也较频繁,这些地震的发生与该区特有的地震地质条件息息相关。本文在对地震的区域地震地质构造背景作概略的阐述之后,根据笔者现场宏观考察资料,试就1987年8月中强地震群的发震构造部位、震源构造力学模型等问题作些初步分析与探讨。

一、区域地震地质构造背景

寻乌震区在地质构造上处于我国华南断块区内的区域性深大断裂构造带——邵武—河源断裂带的中段。该断裂带北起福建崇安以北,经邵武、泰宁,江西石城、瑞金、会昌、寻乌,广东龙川、河源等地入南海,全长近千公里,闽赣境内长约480公里,宽40—60公里,总体走向 $NE25^\circ-30^\circ$ 、倾向不一、倾角 $50^\circ-60^\circ$ 不等。通常把该断裂带划分为北、中、南三段:石城以北为北段;石城至河源为中段;河源以南为南段。前人将该地震构造带称为“邵武—河源地震带”,历史上的强震主要分布在该断裂带的中段。

出露震区的地层,从老到新主要有:震旦系—寒武系及其区域变质岩、混合岩,属浅海相类复理石建造,岩性为长石石英砂岩、板岩、硅质岩等,经区域变质作用及混合岩化作用则成为黑云母斜长片麻岩、绢云母片岩、千枚岩及片麻状变质砂岩、粉砂质片岩、混合岩等;其次为侏罗系地层,岩性为砾岩、砂岩、粉砂岩、页岩及火山熔岩、火山碎屑岩(流纹质凝灰岩、角砾熔灰岩、流纹岩、流纹斑岩等),属陆相及陆相火山碎屑岩建造;白垩系(K)呈狭长条带状展布于震区中部,属陆地湖泊相夹火山喷出相沉积,岩性为紫红色砂砾

岩、粉砂岩、页岩、泥岩夹流纹岩、角砾凝灰岩、凝灰质砂岩等：下第三系（E）仅局部出露于丘坊一带，岩性与白垩系沉积层相似，属陆相山间盆地堆积；第四系（Q）不发育，仅在寻乌县城、会昌周田等现代河谷盆地中有少量冲积层分布，岩性为砾石、砂土层，厚不及

20m，组成河流阶地及河谷小平原，此外尚有厚度2—5m不等的残一坡积物，岩性为碎石、亚砂土层。

除上述地层外，其余地区则为加里东期交代花岗岩和燕山期花岗岩体所占据，约占震区面积的一半。岩类多种多样，计有黑云母花岗岩、二云母花岗岩、似斑状花岗岩、石英斑岩、花岗斑岩、花岗闪长岩等，多呈大岩基、岩瘤产出。

震区的构造以断裂为主，褶皱次之。断裂构造按其展布方向，主要有NNE向（新华夏系）、E—W向（纬向系），其次是NW向（环状构造的弧形断裂）和NE向（华夏系、华夏式）。（图1）。

（1）NNE向断裂

主要展布于震区东部，属新华夏系邵武—河源深大断裂带中段的组成成份，区内主要有三条断裂，即：①鸬鸕隆—漳田断裂、②珊贝—丘坊断裂、③三标—莒蒲断裂。它们控制了南武夷断块山脉及其两侧中—新生代断陷盆地带的发育及喜山期基性岩体、温泉、地震的分布，是区内主要的活动断裂构造（详见后述）。

（2）E—W向断裂

展布于震区的中部和南部，属南岭纬向复杂构造带的主体（三南—漳平—仙游E—W向断裂带）的组成成份，区内主要有两条断裂，即：④桂竹帽—葫芦洞断裂及⑤上坪—寻乌—古潭断裂。E—W向断裂控制着岩体、地貌、温泉、地震的分布，显示其晚近时期仍有明显的活动性，是区内又一主要的活动断裂构造。

（3）NW向断裂

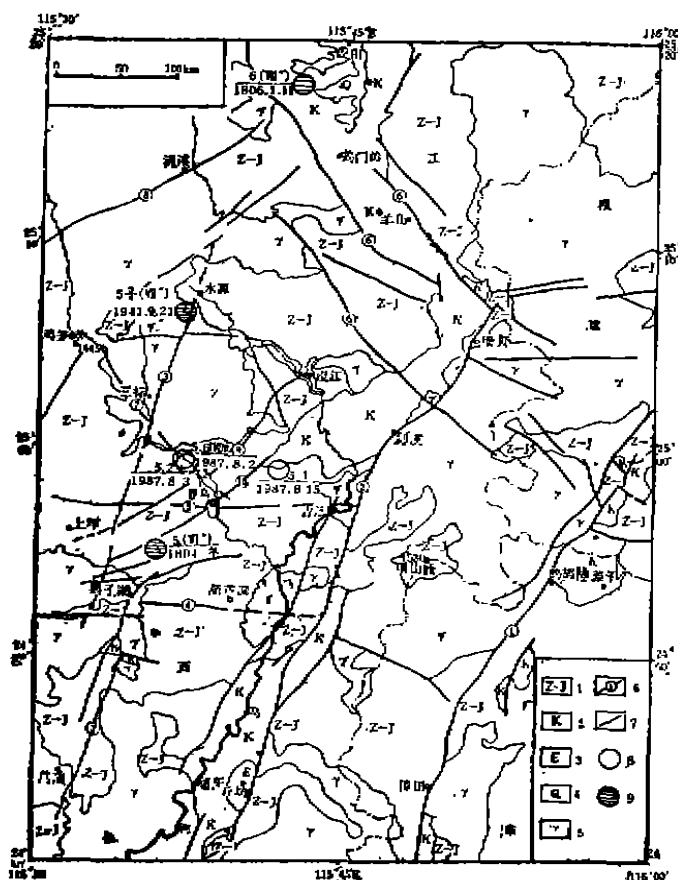


图1 寻乌震区地质构造纲要图

（据1：20万寻乌幅地质图改编）

Fig. 1 Map of geologic structure at the earthquake area of Xunwu

- 1.震旦系—侏罗系；2.白垩系；3.下第三系；4.第四系；5.加里东期—燕山期花岗岩；6.主要断裂及编号（名称见正文）；7.次级断裂；8.强震震中（宏观）；9.历史强震震级（烈度）
时间

属南武夷环状构造西南环之弧形断裂构造带的组成成份，由多条呈斜列式展布并向西向方向突出的弧形断裂组成，本文统称其为⑥周田—珊贝NW向弧形断裂带。该断裂带明显地控制着周田—珊贝一带条带状中—新生代（K—Q）红色断陷盆地的发育，断裂两侧形成巨大的地貌反差，并控制着温泉、地震的分布，因而也是一条活动性的断裂构造。

此外，在鸡笼嶂—寻乌—八尺圩一线似断续展布着一条NW向断裂⑦，1987年8月寻乌强震的发生可能与这条断裂的重新活动有关。但这条断裂是独立的断裂构造体系抑或是属于新华夏系构造（NNE向）的配套成份，尚待进一步研究。

（4）NE向断裂

展布于中、北部，主要有：⑧清溪—安远断裂、⑨澄江—上圩断裂及⑩寻乌—鹅子湖等断裂：属华夏系或华夏式断裂构造体系，晚近以来活动性不明显。

二、震区新构造运动基本特征及主要活动断裂

震区缺失晚第三纪（N）沉积，表明本区晚第三纪以来地壳以上升活动为主，继承性的断裂—断块差异上升活动是本区新构造运动的基本特征。

1. 新构造分区

根据震区构造地貌、第四纪沉积的区域分异特点及其所显示的新构造活动方式、强度或幅度的差异特征，可把本区划分为三个新构造活动类型区（图2）：

I. 南武夷掀斜断块大幅度隆升区

分布于本区东部闽赣边界地带，属南武夷山脉，地貌上为断块侵蚀中山区，海拔高度800—1000米，相对高度>500米，山势高峻，项山甌高可达1530米，河流深切，断块山地具有自西北向东南倾斜的特点，显示出断块隆起区东、西两侧的边界断裂（漳田—鹄陂断裂、周田—珊贝—丘坊断裂）的

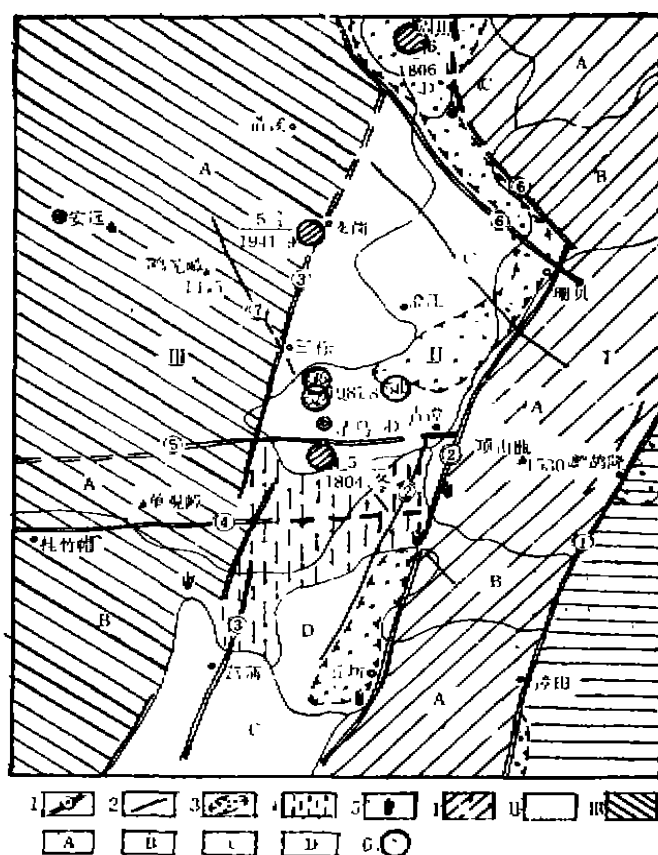


图2 寻乌震区地震地质图

Fig. 2 Seismogeological map at the earthquake area of Xunwu.

1. 主要活动断裂及编号（名称见正文）；2. 次级活动断裂；3. 中—新生代断陷盆地；4. 断陷盆地中的横向隆起；5. 温泉；6. 强震震中（斜线表示历史地震）震级，年·月

I. 南武夷掀斜断块大幅度隆升区；II. 周田寻乌断陷相对下降区；III. 赣南大面积中等幅度上升区；A. 构造侵蚀中—低山；B. 构造侵蚀低山；C. 侵蚀高丘陵；D. 侵蚀—剥蚀低丘陵盆地。

晚近活动具有不等量的活动幅度（指垂直分量）。因此可以认为，南武夷山脉系由上述两条活动幅度不同的断裂所构成的地垒式断块山地，掀斜式的大幅度上升隆起是该区新构造活动的主要特征。

Ⅱ. 周田—寻乌断陷相对下降区（带）

呈S型狭长条带状展布于震区中部，两侧均为活动断裂所控制，东以周田—珊贝—丘坊断裂为界；西界三标—莒蒲断裂。区内主要出露白垩系一下第三系（K—E）红色地层，并有局部第四系沉积，构成一地势相对低洼的中—新生代断陷盆地（带）。晚近时期以来以间歇性的地壳缓慢上升活动为主，地貌上属侵蚀—剥蚀丘陵—盆地地区，海拔200—500米不等，相对高度50—300米。断陷区两侧，尤其是东侧断裂—断块差异活动明显，与Ⅰ区形成巨大的地貌反差，项山乡一带水平距离1公里高差可达900余米。

断陷区内亦存在着差异活动，特别是寻乌以南、南桥以北，由于E—W向断裂的差异活动，构成一近东西向展布的次级横向隆起，本文称其为“单观峰—太白峰横向隆起”，地貌上属构造侵蚀中—低山区。1987年8月寻乌5.5强震群恰发生在该横向隆起的北缘，显示强震的发生与断陷区内的地壳差异活动密切相关。

此外，沿本区有多处温泉出露，历史上曾发生过多次强震，如1804年寻乌5级（Ⅵ⁺）地震、1806年会昌周田6级（Ⅶ⁺）地震、1941年寻乌水源（龙岗）5.5级（Ⅵ⁺）地震，1987年8月在寻乌县城附近又发生5.5级（Ⅶ⁺）强震群，表明周田—寻乌断陷区（带）是本区的主要发展断块构造。

Ⅲ. 赣南大面积中等幅度上升区

分布于三标—莒蒲断裂以西广大地区，其新构造活动以大面积间歇性中等幅度上升为特征，差异活动相对较弱，地貌上属侵蚀中—低山、丘陵区，海拔300—1000米、相对高度50—500米不等。

2. 主要活动断裂简述

① 鸬鸕隆—漳田NNE向断裂

断裂走向NE15°—30°、倾向SE、倾角40—50°，区内长60公里以上。断裂控制白垩系红色断陷盆地的发育，亦是控制南武夷断块隆起区的东部边界断裂，断裂早期呈压性活动，晚期则呈张性正断层活动，循断裂见有5—50米宽的破碎角砾岩带，表明它是一条曾经历过多期活动至新生代以来仍有明显新活动的断裂。

② 珊贝—丘坊NNE向断裂

断裂走向NE15°—30°、倾向NW、倾角45°—50°，长60公里以上。与断裂①一样，早期呈压性兼扭性活动，沿断裂见有此期活动所形成的挤压构造岩，如糜棱岩、构造透镜体、片理化带及断层擦痕等形迹；后期呈张性正断层活动方式，可见及宽10—100米不等的硅化角砾岩破碎带，断面粗糙，在丘坊附近的断层破碎带中尚可见到宽20—50米以上的基性岩脉循断裂贯入，岩脉本身又遭受张性破碎，其破碎裂隙又被晚期石英脉所充填¹⁾，表明该断裂曾有过多次活动。

该断裂控制南武夷掀斜断块隆起区的西侧边界，并严格控制着罗塘—南桥—留车一带白垩系一下第三系（K—E）断陷红盆的发育。断裂两侧地貌反差强烈，断层三角面、陡崖多

1) 江西省区调队，1:20万寻乌幅地质调查报告，1973。

处可见,沿断裂亦见喜山期基性岩体及多处温泉出露,表明断裂切割地壳较深。断裂西侧(上盘)历史上曾发生过多级强震,1987年8月又发生寻乌5.5级强震群,现今弱震仍不断发生,显示珊贝—丘坊断裂是一条第四纪以来仍有明显活动的断裂。

③三标—莒蒲NNE向断裂

由多条呈斜列式展布,走向NE25°左右的压性断裂组成,单条断裂延伸5—15公里不等,倾向不一,倾角50°以上。沿断裂普遍可见到片理化、糜棱岩化、挤压构造透镜体、断层擦痕及多种岩脉贯入等压性构造形迹。

该断裂基本控制着周田—寻乌断陷区(带)的西部边界,亦是新构造Ⅰ、Ⅱ区的分界断裂。断裂南段见有温泉及喜山期基性岩体出露,断裂东侧历史上曾发生过多级强震,1987年8月2日寻乌5.5级强震即发生在该断裂与鸡笼嶂—寻乌—八尺圩NW向断裂的交汇部位,因而似可判定三标—莒蒲断裂应是一条第四纪以来仍有明显活动的断裂。

④桂竹帽—葫芦洞、⑤上坪—寻乌—吉潭E—W向断裂(带)

断裂展布于北纬24°54′—24°58′附近,属南岭纬向构造带的主体——“三南—障平—仙游E—W向断裂带”的构造成份。桂竹帽E—W向断裂长40余公里,倾向不一,倾角50°,该断裂控制岩浆岩、中生代盆地的发育,具有多期活动特征。断裂带还控制着周田—寻乌—留车中—新生断陷盆地内的次级横向隆起(即单观嶂—太白嶂E—W向横向隆起)、温泉及地震的分布,河流阶地的分布高度在断裂带两侧发生明显的变位,表明该断裂带第四纪以来仍有明显的活动,1987年8月寻乌5.5级强震群发生在该断裂带的北缘,显示强震的发生亦可能与E—W向断裂的现今活动有关。

⑥周田—珊贝NW向弧形断裂带

由数条呈多字型展布并向西南方向突出的NW向弧形断裂组成,断裂倾向SW或NE,倾角60°左右。断裂晚近时期以来呈张性正断层活动方式,羊角一带可见及宽度很大的断层角砾岩破碎带。该断裂(带)控制着南武夷环状构造的西南环带的边界及周田—罗塘一带白垩系断陷红盆的发育,断裂两侧的地貌反差明显,亦是新构造Ⅰ、Ⅱ区的分界断裂,沿断裂有温泉出露,1806年周田附近曾发生6级(Ⅶ⁺)强震,显示该断裂带第四纪以来仍有明显的活动性。设置在该断裂带上的跨断层形变测量场地(瑞金谢坊),多年的复测资料(短水准、小三角)也证实该断裂现今仍有明显的蠕变活动。

⑦鸡笼嶂—寻乌—八尺圩NW向断裂

断裂沿马蹄河(寻乌河支流)谷断续展布,走向NW320°,在寻乌附近该断裂切断NE向断裂,同时也是震旦系与寒武系地层的分界线,断裂控制着马蹄河谷及寻乌第四纪河谷盆地的发育,1987年8月2日寻乌5.5级强震的极震区长轴方向及地震裂缝方向均与该断裂的走向基本一致,似显示该断裂现今尚在活动。

三、1987年8月寻乌强震群发震机制讨论

1. 关于发震构造部位的探讨

笔者拟从“大构造”到“中构造”到“小构造”的层序分析法对此次寻乌强震群发生的构造部位进行以下讨论:

(1) 寻乌震区处在NNE向邵武—河源活动性深大断裂带与E—W向三南—障平—仙

游断裂带（巨型南岭纬向构造带的主体）的交汇部位。即新华夏系活动性深大断裂带与大型纬向断裂构造带的复合是此次寻乌强震发生的区域地震地质构造背景条件（大构造背景）；

（2）强震发生在华南断块区内一级新构造区（属全国二级区）的分区界上，即发生于“福建断块隆起区”与“江西大面积上升区”分区界上的活动性深大断裂带上（邵武—河源断裂带的中段）；

（3）强震发生在周田—寻乌中、新生代断陷盆地（带）中的次级横向隆起（单观埠—太白埠横向隆起）与次级断陷盆地（寻乌断陷盆地）的交接部位，亦即发生在新生代继承性活动断陷盆地（带）中现代差异活动较强烈的地段（中构造部位）；

（4）强震发生在寻乌次级断陷盆地中的西南顶角（锐角）部位（小构造部位）。该区是多组活动断裂交切的构造部位，计有：NNE向三标—莒蒲断裂、E—W向上坪—寻乌—吉潭断裂、NW向鸡笼埠—寻乌—八尺圩断裂及NE向澄江—上坪断裂等在震区互相交切。这一构造特点也可能正是决定这次寻乌地震的类型—震群型的内在依据，即多组活动断裂相互交割构成了多个构造闭锁点（震源体），当积累的构造应力增强到能一一突破这些闭锁点时，便接连发生多个强震，从而形成群震型的地震类型。

2. 关于震源构造力学模型

依据宏观考察资料的综合分析推断，1987年8月2日寻乌5.5级强震的构造力学模型如图3所示。现就若干宏观现象列述于后以资佐证：

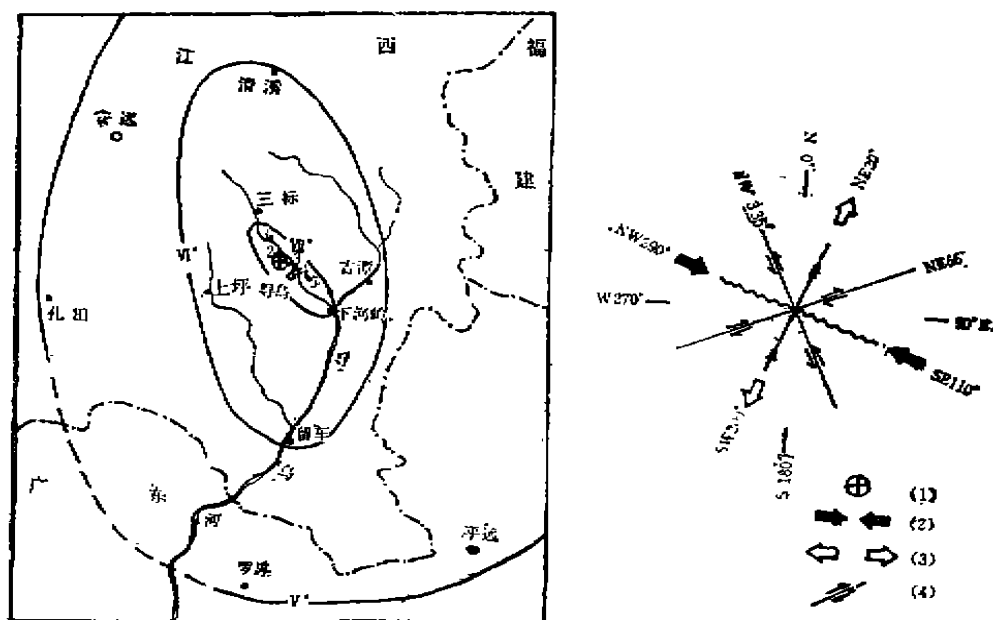


图3 寻乌1987年8月2日5.5级地震等震线及构造力学模型

Fig. 3 Isoseismal line and structural mechanical model of Xunwu earthquake $M_s=5.5$ on Aug. 2, 1987

（据福建省地震局烈度调查组）

1. 官下夹；2. 圳头；3. 园艺场；4. 文峰乡；5. 培风塔；
 (1) 1987年8月2日5.5级地震的宏观震中位置；(2) 挤压应力方向；
 (3) 引张应力方向；(4) 切剪应力方向

(1)在这次地震中,位于Ⅶ*极震区的圳头村山丘山出现一条地震裂缝,地裂缝从山麓直达山顶,长可达60余米,宽1—5厘米,走向为NW320°,力学性质为张扭性,反映其构造挤压方向为NW290°—SE110°;

(2)寻乌县园艺场的一座园形水塔发生挤压变形,其长轴方向为NE20°—SW200°(即引张应力方向),也显示其构造挤压应力来自NW290°—SE110°方向;

(3)官下夹村一旧民房,因横梁樑向NE20°方向引张脱落,从而导致屋顶落架而全部倒塌,亦反映其挤压构造力来自NW—SE方向;

(4)文峰乡政府院内一堵走向为NW—SE向的土坯墙遭挤压呈纵向波状变形,分析其挤压应力系来自NW—SE方向所致;

(5)位于寻乌县城东南山丘顶上的一座八角形七层空心砖塔(高约20余米,名“培风宝塔”),地震时,西南象限的塔砖被震落达百余块,西南象限既为引张力方向,则挤压应力来自NW—SE方向当无可置疑;

(6)寻乌县城内房屋瓦片的掉落方向大多也是NE—SW向(引张力方向),因此其挤压力方向应为NW—SE向。

3. 关于发震构造问题的讨论

对1987年8月寻乌强震群的发震构造问题,特别是发震断裂问题,现场考察的专业工作者在看法上不尽统一,有的同志从极震区的长轴方向及地震裂缝的方向就是发震断裂方向的观点认为,NW向鸡冠嶂—寻乌—八尺圩断裂是此次寻乌地震的发震断裂;有的同志则认为NW向鸡冠嶂断裂应属于NNE向珊贝—丘坊断裂的配套构造成份,因此,其发震构造仍应是NNE向断裂(即新华夏系断裂)系统。即认为这次寻乌强震群的发生是震区地壳岩层在NW—SE向主压应力场作用下新华夏(NNE向)断裂系统再度位错变形的结果。

如前所述,NNE向珊贝—丘坊断裂是区内一条规模大、切割地壳较深、具有多期活动且第四纪以来仍有明显差异活动的断裂(该断裂属邵武—河源断裂带中段的主干断裂成份之一),历史上沿该断裂的西侧(倾向一侧,即断裂上盘)曾发生多次中强地震,因此该断裂当是一条发震断裂构造。从图3所示可知,在NW—SE向主压应力场作用下,地壳岩层的破裂过程将首先是NNW—SSE向及NE—SW向这一对X共轭节面的剪切破裂,而后是NW—SE方向张性破裂。最后才是NNE向的压扭性破裂,这已为大量岩石力学实验结果所证。据此,在极震区出现NW320°方向的张扭性地震裂缝就不难予以解释。致于这次极震区的长轴呈NW向,除上述原因外还与当地的地形条件、居民点的分布状况息息相关。此次寻乌5.5级强震的宏观震中位于寻乌县城北文峰乡长举村(北纬24°59′、东经115°38′)处于马蹄河谷中,而当地居民点恰集中分布在这一狭长的河谷地带内。该河谷的走向为NW—SE向,长20公里,宽不及5公里,故主要依据房屋损害程度所作出的宏观烈度评定及根据烈度评定资料而圈定的极震区(Ⅶ*)等震线,自然会成为长轴与河谷走向一致的狭长椭圆形状。另从该次强震群的小震震中分布及其迁移路径来看,除有NW—SE向迁移外,尚有沿NNE—SSW方向及沿E—W方向迁移的现象。

基于上述分析,笔者认为,仅把地震裂缝的走向和极震区“等震线”的长轴方向就是发震断裂的方向的观点是不甚妥当的。笔者的意见仍趋向于认为NNE向珊贝—丘坊断裂是此次寻乌5.5级强震群的发震断裂构造。

4. 关于震源深度问题

对于这次寻乌5.5级地震的震源深度,不同的分析者根据测震资料求取的结果,数值差别甚大。笔者试根据对这次地震发震断裂的认识,用下列几何求解式计算其深度值,结果如下:

$$H=L \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

式中H为震源深度(公里),L为发震断裂到宏观震中的水平距离(公里), α 为发震断裂(层)的倾角。从地质图上量取的 $L=15$ 公里, $\alpha=45^{\circ}-55^{\circ}$,现取平均值为 50° ,代入上式得到的 $H=17.3$ (公里)。即1987年8月2日寻乌5.5级地震的震源深度为17—18公里。这一深度约为震区地壳厚度的一半(震区的地壳厚度约34公里),故这次寻乌强震发生在地壳厚度层的中间层位,与邵武—河源地震带历史强震的深度(10—20公里)分布相似。

THE PRELIMINARY STUDY OF THE SEISMOGEOLOGICAL CHARACTERISTICS IN THE EARTHQUAKE AREA OF XUNWU,JIANGXI PROVINCE

He Zhaoxing

(Comprehensive Survey Group of Fujian Seismological Bureau)

Abstract

The region of xunwu, Jiangxin Province is the area where many moderately strong earthquakes occur, among them, three moderately strong earthquakes of $M_s \geq 5$ occurred in the history. In Aug. 1987, a moderately strong earthquake swarms of $M_s=5.5$ occurred in Xunwu town. This paper summarizes the background of the regional seismogeological structure and discusses some problems about the seismo-genetic structure mechanical model of focal structure of moderately strong earthquake swarms occurred in Aug. 1987 on the basis of the data in situ macroseismic survey. The preliminary conclusion shows that this event is the result of redislocation and deformation activity of neocathaysian rift system, which under the action of major pressure tectonic stress field of NW 290° —SW 110° in the region.