

doi:10.3969/j.issn.0253-4967.2009.01.015

1631 年湖南省常德地震的再考证

董瑞树 周 庆 陈晓利 杜 龙 于红梅

(中国地震局地质研究所, 北京 100029)

摘 要 1631 年(明崇祯 4 年)在常德附近发生了一次破坏性地震,前人对该地震作过探讨研究,曾给出了 4 个等震线和震中定位。文中在重新查阅历史记载资料的基础上,重新绘制了该地震的等震线,其极震区的烈度为Ⅸ度,相对应的震级为 $6\frac{3}{4}$ 级。以该地震内圈等震线的几何中心为震中,根据梅世蓉-萨瓦连斯基有关震中烈度、震级和震源深度之间的统计关系,以及谢毓寿的统计结果,得到的震源深度为 15~18km。最后文中还讨论了历史资料考证、判别的问题和不同地基条件的影响。

关键词 常德地震 历史记载资料 烈度分布 地基条件的影响 河湖淤泥沉积

中图分类号: P316

文献标识码: A

文章编号: 0253-4967(2009)01-0162-12

0 引言

1631 年(明崇祯 4 年)在湖南省常德附近发生了一次破坏性地震,经前人考证该地震波及湖南省及临省的 33 个县(湖南地震局编,1982),再加上余震连绵不断,造成了生命和财产的很大损失。在《中国地震目录》(中央地震工作小组办公室,1971)、《中国地震简目》(国家地震局,1977)及 1983 年顾功叙主编的《中国地震目录》中该地震均被记为 1631 年 8 月 14 日,震级 $6\frac{1}{2}$ 级,震中烈度Ⅷ度;《中国历史强震目录》(国家地震局震害防御司,1995)将该地震的震中烈度定为Ⅷ⁺,震级定为 $6\frac{3}{4}$ 。在后来湖南省地震局的研究人员对该地震进行的进一步研究中(李玉文,1988),该地震的等震线、震中位置及震级都有了变化(表 1)。本文所收集的等震线分别绘于图 1—4 中。

表 1 1631 年 8 月 14 日常德地震的参数变化一览表

Table 1 Parameters for the August 14, 1631 Changde earthquake

序号	震中位置		震级	震中烈度	资料来源
	纬度/(°)	经度/(°)			
1	29.2	111.7	$6\frac{1}{2}$	Ⅷ	中央地震工作小组办公室,1971
2	29.3	111.9	$6\frac{1}{2}$	Ⅷ	国家地震局,1977
3	29.3	111.7	$6\frac{1}{2}$	Ⅷ	顾功叙,1983
4	29.2	111.7	$6\frac{3}{4}$	Ⅷ ⁺	国家地震局震害防御司,1995

〔收稿日期〕 2007-02-20 收稿, 2009-02-27 改回。

〔基金项目〕 地震行业专项“核电厂地震安全问题研究”(200708003)资助。

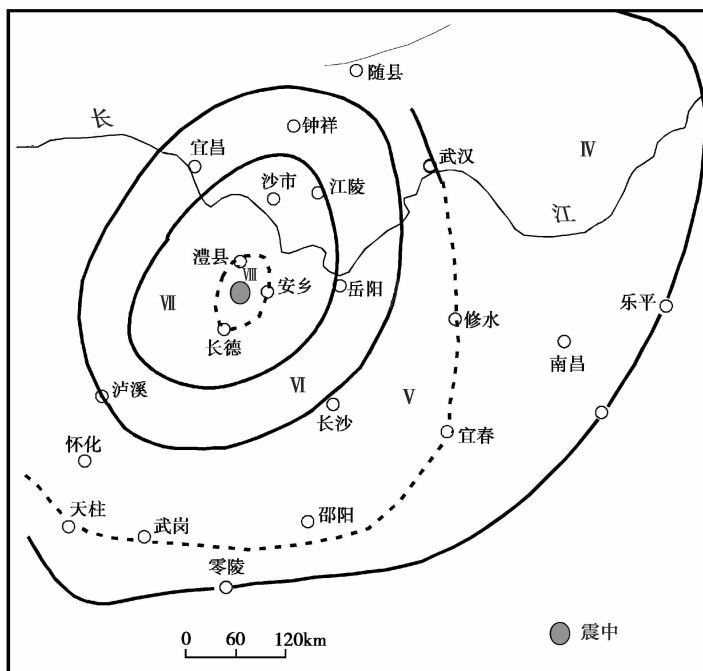


图 1 1631 年湖南省常德地震等震线图(据李玉文等,1982)

Fig. 1 Isoseismal map of the 1631 Changde, Hunan earthquake (from Li Yu-wen *et al.*, 1982).

该地震以上 4 个等震线图在内圈等震线的形状、方向、最大烈度和影响区范围等方面皆相差甚远。例如,最大地震烈度有的为Ⅶ度(国家地震局全国地震烈度区划编图组,1979),有的为Ⅶ⁺度(国家地震局,1977),最远的影响地区相差几百千米。因此,对于该地震的强度和影响场应做进一步的工作和评价。

本文在前人工作的基础上,查阅了大量史料及地震影响的有关记载,访问了有关人员,进行了实地考察,查证了古建筑破坏及原因等,对历史资料的可靠性进行了确定(董瑞树,2007)。根据地震破坏的分布情况,重新描绘了该地震的等震线,并利用内圈等震线的几何中心法、梅世蓉-萨瓦连斯基及谢毓寿有关震中烈度、震级和震源深度之间的统计关系等,确定了宏观震中位置、地震强度(震中烈度、震级)和震源深度等地震参数。

1 地震等震线的确定

1.1 常德地震影响场调查和等震线绘制

本项工作查阅了大量的有关资料。其中根据《澧县志》(澧县县志编纂委员会,1992)、《清同治直隶澧县志校注》(澧县县志编纂委员会,2003)、《明实录》、《清嘉庆常德府志校注》(常德市人民政府地方志办公室,1992)、《常德市志自然环境》(常德市志编纂委员会,1993)和《安乡县志》^①等资料记载,常德、澧县、安乡 3 个地区受该地震的影响最大,其记载综述如下:

地震时 3 个地区都记有吼声如雷,地裂,沙随水涌或四处土裂,涌黑泉二三丈高;房倾树倒

① 安乡县志,康熙五十六年,卷三十四民政组五行。

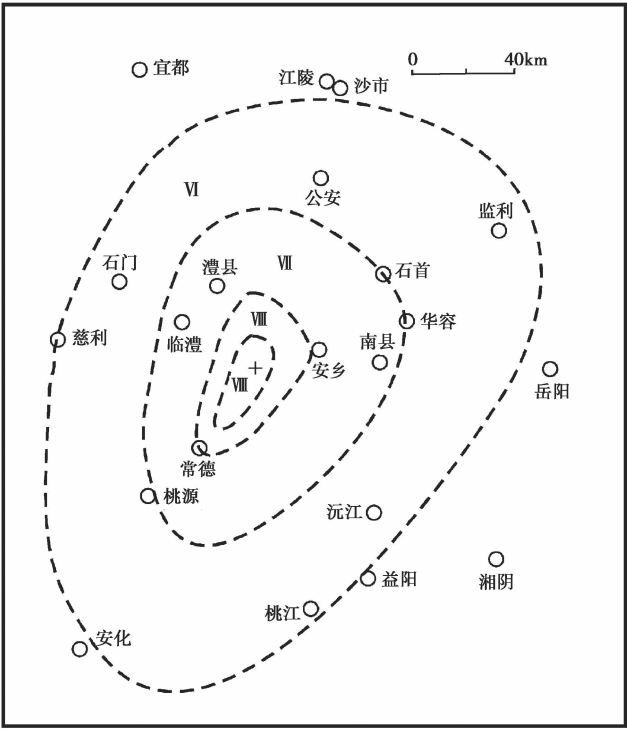


图 2 1631 年湖南省常德地震等震线图 (国家地震局,1977)

Fig. 2 Isoseismal map of the 1631 Changde, Hunan earthquake (from State Seismological Bureau, 1977).

或记为倒塌荣府宫殿及城垣房屋无数 (常德); 还记有打死居民男妇或打死人民无数, 百姓建醮灾 (安乡); 常德还给出了具体的死亡人数即该震压死男妇六十人。根据李善邦 (1981) 的“历史地震烈度表”中地震破坏情况和烈度的关系中房屋损坏一栏所描写的如部分倒塌公庙多倾圮, 树木折倒; 地裂一栏如地裂, 沙随水涌或四处土裂, 涌黑泉二三丈高; 灾情一栏如打死人民无数等。说明常德、澧县、安乡 3 个地区的烈度均为Ⅷ度。再有湖北的荆州府对该地震记载为“坏城垣十之四, 民舍十之三, 压死军民十余”; 还有临澧、石门等地为该次地震破坏和影响较大的地区, 这些地区的地震烈度定为Ⅶ度。地震造成房屋有破坏的地区有桃源县记为“地大震坏墙屋”(Ⅵ度); 沅江、湘阴、宜春记为“夏地震, 居民多自床坠地, 屋瓦皆裂”(Ⅴ—Ⅵ度); 沅溪记载为“子夜地震, 屋瓦掣动有声, 墙多倾倒”(Ⅵ度); 岳阳记载有“地光如震时仿佛有金睛闪烁, 环绕民居, 识者以为眚, 并且有地裂黑沙崩涌, 腥气逼人, 隍池顿竭”, 这些地区的地震烈度为Ⅵ度。

其它地区的地震烈度借鉴了 1980 年“中国地震烈度表”, 根据史料记载其地震烈度确定如下: 有地声如雷, 并且房屋摇动, 睡者皆起等记载的地区为Ⅴ度。如石首“声如雷”, 蒲圻“寅时地震, 空中蓬蓬有声, 室虚如荡舟摇筛”(Ⅴ度), 安化县“地大震, 房屋动摇有声如涛”(Ⅴ度)^①, 善化乡“地大震有声”(Ⅴ度), 新化“夜地震, 屋舍有声如坠, 江涛汹涌”(Ⅴ度), 长沙至

① 安化县人民政府编, 1983, 湖南省安化县地名录。

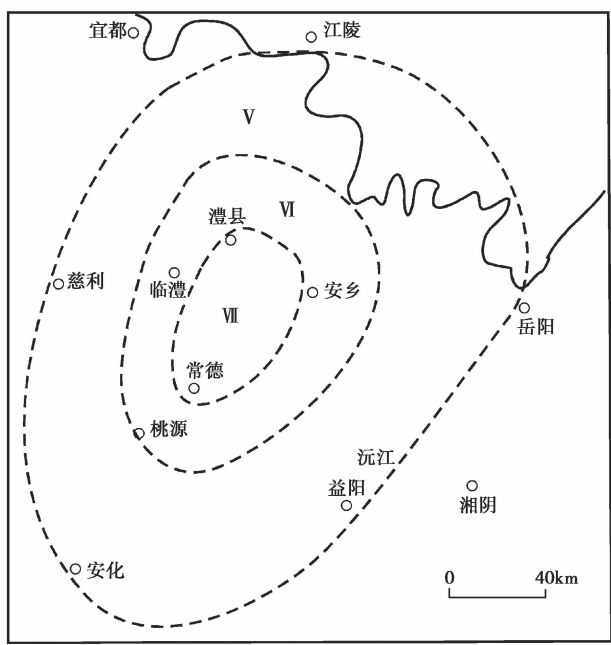


图 3 1631 年湖南省常德地震等震线图
(据国家地震局全国地震烈度区划编图组,1979)
Fig. 3 Isoseismal map of the 1631 Changde, Hunan earthquake
(from the National Seismic Intensity Zoning Map Group, SSB, 1979).

衡阳“地大震,自西北来,房屋动摇,有声如涛”(V度),武岗“奕奕有声,睡者皆倾起”(V度),还有如沅江,辰州府所属沅陵、沅州,靖州所属会同县,长沙府所属长沙善化、湘潭、宁乡、湘阴、澧陵、安化,武昌府,承天府所属钟祥、沔阳、潜江、景陵等州县都有地震的记载,按地震烈度表这些地区为有感地区,应记为Ⅳ度。

据湖南地震局 1982 年编著的《湖南地震史》,有常德地震历史记载的地区还有:善化(今长沙望城)(《善化县志》)、新化(康熙《新化县志》)、无为(康熙《无为州志》)、长沙与衡阳(崇祯《长沙府志》)、新宁(康熙《新宁县志》)、武岗(康熙《武岗州志》)、乐平(《乐平县志》)、抚州(《抚州府志》)、南康(《南康府志》)、零陵(嘉庆《零陵县志》)、靖县(康熙《靖州志》)、江西省的天柱(中国科学院地震工作委员会历史编辑组,1956)、分宜(《分宜县志》)、袁州(宜春)(《袁州府志》)、萍乡(《萍乡县志》)、湖口(《湖口县志》)。最远的记载点东到江西省的余江,最南为湖南省的靖州,最北到河南省的枣阳,这些有记载的地区也为Ⅳ度。根据历史记载,各地区的地震烈度均标在图 5 中,并画出了该地震的等震线。

1.2 等震线特点解析

该地震高烈度Ⅶ—Ⅷ度区长轴方向为 NNE 向,Ⅳ度区范围较大,而且在 EW 向延伸很大的特点说明 2 个问题:一是由最内圈等震线可以推测地震破裂方向为 NNE 向;二是地表条件的差异对等震线分布有影响。

(1)地震破裂方向的确定。常德地震发生于 17 世纪,由于历史条件的限制,地震的记载一

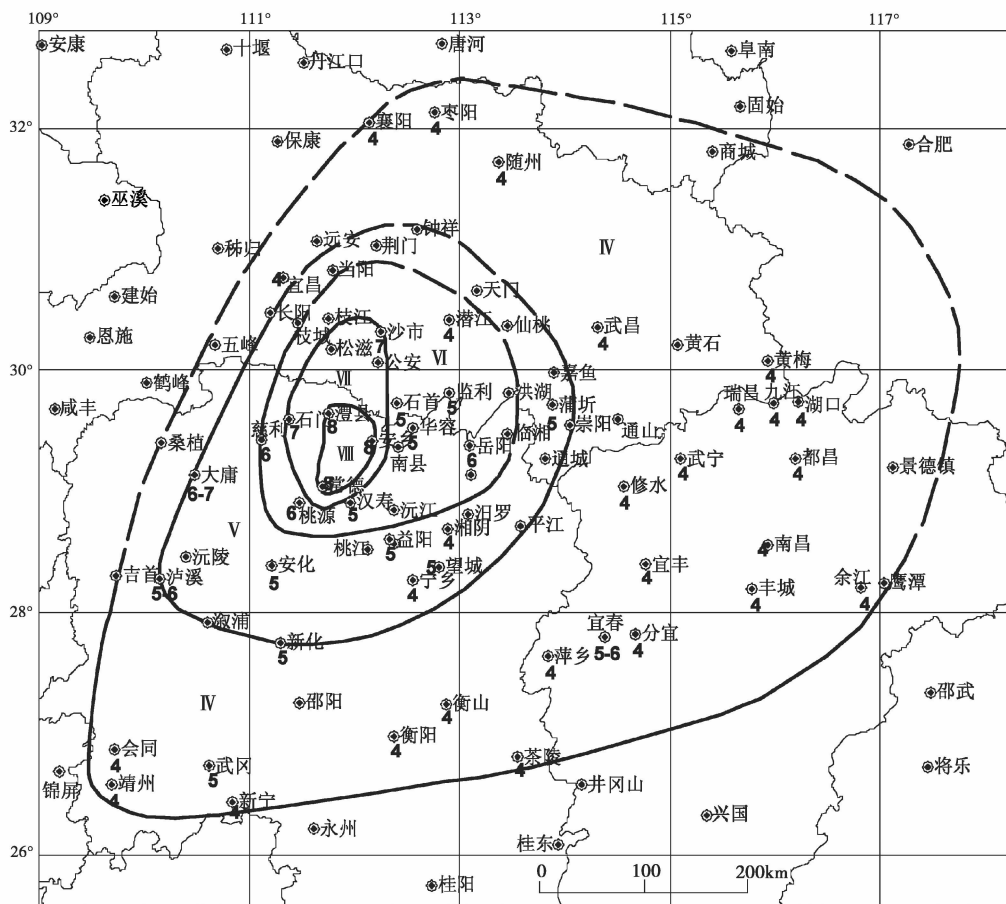


Fig. 5 The isointensity map of the August, 1631 Changde, Hunan earthquake of magnitude $6\frac{3}{4}$.

本节确定的地震参数包括震中位置、地震强度和震源深度等。

《澧县志》(澧县县志编纂委员会,1992)记载:“……极震区从常德至澧州,包括安乡在内带……”,根据各历史记载的总结和分析,以上3个地区在房屋损坏、地裂与灾情等方面的情况较为相近,无法区分破坏更大的地区,所以在确定宏观震中时采用了利用内圈等震线何中心的方法。图6的倒三角形的几何中心 O 点即为该地震的宏观震中定位,其位置为北 29.5° ,东经 111.8° 。

由于该地震等震线的特点,本文采用 2 种方法确定地震强度。一是据内圈等震线面积与震度的关系;二是利用震级与长轴有感半径的统计关系。

2.2.1 根据内圈等震线面积的统计方法

据历史记载,澧县、常德和安乡等围成了该地震的Ⅷ度烈度区——称为内圈等震线,在Ⅷ度等震线圈内其它地区无地震破坏的记载。内圈等震线所围绕的面积约为1 650km²。根据华北和华南地区地震衰减的统计结果,计算出的震中烈度为Ⅸ度,其Ⅷ度影响区所围绕的面积小于该地震Ⅷ度区的面积,所以可以认定该地震的震中烈度为(不小于)Ⅸ度,相对应的震级应为6¾~7级。由于该地震发生在湖网地区,地震破坏严重,烈度高,与一般场地条件地区相比相同震级的地震在湖网区震中烈度偏高,所以该地震震中烈度为Ⅸ度,震级应定为6¾。

2.2.2 根据地震有感区域长轴半径的统计关系

根据本地震等震线的特点,测量其有感范围的长轴时是沿地震内圈等震线的长轴方向进行的。常德地震等震线的有感直径约为750km,半径为375km。历史地震震级与有感半径的统计关系列于表3中,表中6½级地震对应的有感半径为350km,7级地震对应的有感半径为450km,进行内插后6¾级地震对应的有感半径为400km(表中黑体数字的列为内差结果),而常德地震的有感半径(破裂方向)为375km,震级应在6½~6¾间,由于震中烈度为Ⅸ度,从安全性考虑震级定为6¾较为合适。

结合地震衰减和地震有感半径2种统计关系得到的1631年常德地震的强度,即地震震中烈度均为Ⅸ度,震级为6¾级。

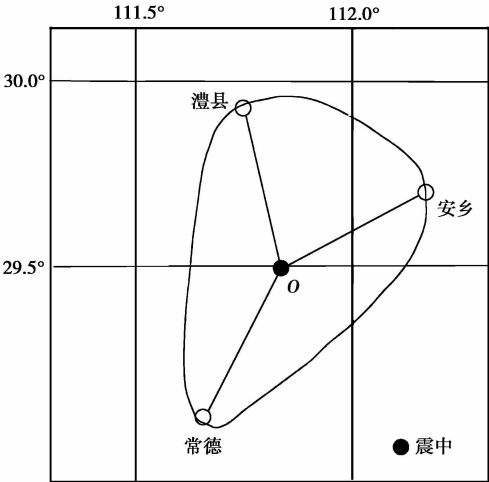


图6 常德地震的内圈(Ⅷ度)等震线和震中位置
Fig. 6 The innermost isoseismal line (Ⅷ) and epicenter of Changde earthquake.

表2 华北和华南地区地震衰减统计表
(据国家地震局震害防御司,1992)

Table 2 The statistics of earthquake attenuation of Northern China and Southern China (from Department of Earthquake Disaster Prevention,SSB,1992)

烈度	地区	等效圆半径/km	面积/km ²
Ⅸ	华北	21	1 385
	华南	15	706. 5
Ⅷ	华北	3	29
	华南	6	113

表3 震级与有感半径的统计关系
(据国家地震局震害防御司,1992)

Table 3 The statistical relation between the sensible radius and magnitude
(from Department of Earthquake Disaster Prevention,SSB,1992)

有感半径/km	180	200	230	270	350	400	450	590	780	≥1 000
震级	5¼	5½	5¾	6	6½	6¾	7	7½	8	8½

注 黑体字的列为内插的结果。

2.3 震源深度

由于该地震没有仪器记录,本文使用有关公式和统计关系计算的地震震源深度如下:

(1) 梅世蓉 - 萨瓦连斯基的由震中烈度和震级求震源深度的公式(国家地震局震害防御司, 1992):

$$\log h = \frac{5}{4}M - \frac{5}{6}I_0 + \frac{5}{8}$$

(1)

式(1)中的震级 M 取 $6\frac{3}{4}$, I_0 取 IX 度, 震源深度为 17.8km。

(2) 据谢毓寿震中烈度、震级和震源深度的统计关系, 当震级为 6.75 时, 震中烈度为 IX 度, 经内插, 震源深度为 15km(表 4)。

2 个方法所得到结果比较一致, 该地震的震源深度为 15 ~ 18km, 属于浅源地震。

2.4 常德地震参数汇总

综合以上结果, 该地震的参数列于表 5 中。

表 5 常德地震参数表

Table 5 Parameters of Changde earthquake

发震时间	地 点		震级	震源深度/km	震中烈度
	经度/(°)	纬度/(°)			
1631 年 8 月 15 日(明崇祯四年七月十七日)	111.8	29.5	6¾	15 ~ 18	IX

3 讨论及建议

在进一步查阅有关史料记载, 访问有关人员^①, 实地考察等工作的基础上, 根据地震破坏的实际分布情况, 重新描绘了该地震的等震线图并确定了地震参数。在本项工作中有一些新的体会和认识。

3.1 历史资料考证及判别

常德地震发生于 17 世纪, 由于历史条件的限制, 地震的记载一般仅限于县一级, 并缺少系统的灾害考察, 所以在收集、充实资料的基础上分析地震记载时要从史学角度对史料进行综合分析, 同时要考证当时的行政分区。

(1) 判断桃源县地震历史记载的可靠性: 桃源县属于现在的常德市, 它与常德市区间无 VII 度破坏的记载, 本文对该地震对桃源县的影响给予了极大的重视, 除了查阅桃源县大量的县志外, 还考察了有关古迹^①, 均没有发现由于地震引起破坏的记载, 仅在康熙二十八年(1685)版《桃源县志地理志拾遗记》中记有“崇祯四年地大震坏墙屋”。据“中国历史地震烈度和震级表”(国家地震局震害防御司, 1992)为 VI 度。与位于桃源以南的益阳市安化县康熙五十六年《安化县志卷三十四·民政组五行》中记载的“地大震, 房屋动摇有声如涛, 自西北而来”相比较, 分析认为桃源县有破坏, 而《安化县志》仅是房屋动摇有声如涛, 无破坏的记载, 显然地震对

表 4 震级、震源深度与烈度的关系统计表

(部分资料来自国家地震局震害防御司, 1992)

Table 4 The relationship table of magnitude to focal depth (some from Department of Earthquake Disaster Prevention, SSB, 1992)

震级	震源深度 h /km		
	10	15	20
	烈 度		
5	7	6.5	6
6	8.5	8	7.5
6.75	9.25	9	8.25
7	10	9.5	9

注 □中数字为选择的震级、烈度和震源深度, 黑体字的为内插结果。

① 中国地震局地质研究所, 2004, 湖北省拟建核电站厂址地质地震初步调查及其安全性评价。

桃源的影响大于安化,符合地震的衰减规律,结合其它调查可以判断地震对桃源影响的记载的可靠性,“大震坏墙屋”的烈度为Ⅵ度是合适的。

(2)再如,在《岳州府志·祥异》中记有“崇祯四年辛未地大震,常澧为甚,震时仿佛有金睛闪烁,环绕民居,识者以为眚,民间露宿月余,不敢入室,所在地裂黑沙崩涌,腥气逼人,隍池顿竭”。若对 17 世纪时岳州和岳阳的关系不清楚,无法判断岳阳的影响烈度。据明代的区域划分图,当时岳阳和常德分属岳州府和常德府,岳州府包括了石门、慈利、澧县、安乡、华容等地,而岳阳仅为其中的一个地区。《岳州府志·祥异》描述的地震影响是岳州府的,在岳州府地震影响最大的地区为常德、澧县和安乡,而对岳阳地区的影响仅为地光和地裂,定为Ⅵ度是合适的。

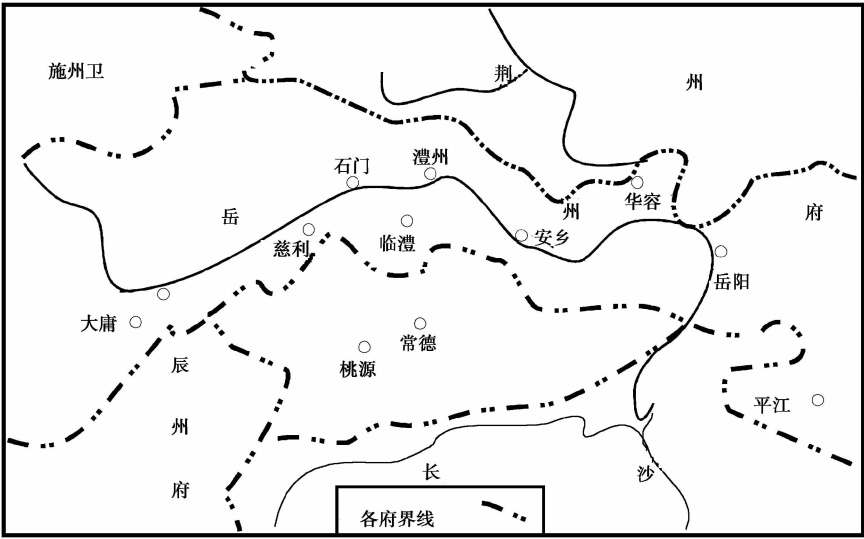


图 7 明代常德与岳阳的区域划分图(李大年,1993)

Fig. 7 Administrative map of Yueyang and Changde in the period of Ming Dynasty (from Li Da-nian,1993).

3.2 地基条件对地震波的影响

现在所通用的地震衰减规律是反映一般场地(二类土)条件下平均的结果,而本文所研究的地区是江河湖网淤泥沉积和丘陵、山地交界的地区,它们对地震影响的反应截然不同。江河、湖网淤泥沉积地区对地震波有放大的作用^①,例如江陵、荆州等地离Ⅷ度等震线有 70 余千米,记载的破坏较大,因为它在淤泥沉积地区;而桃源位于离常德很近的丘陵地区仅有“坏墙屋”的记载,地震的影响较小;石首市位于长江流域,离Ⅷ度等震线约 40km,但因有一小山与湖南省相隔,受地震的影响小得多,只有“地震,声如雷”的记载(石首地方志编纂委员会,1990);慈利县离震中只有 40km,它主要为山地,是喀斯特地貌,对该地震仅记为有感(慈利地方志编纂委员会,1990)。总之该地震的西部为丘陵和山地,东部多为河湖的沉积地区,由于地基条件对地震波的反应有差异,所以对结果有很大的影响:

(1) 常德地震位于沅江流域,是河湖的沉积地区,虽然常德、澧县、安乡围绕的Ⅷ度区面积较大,达 1 650km²,震中烈度较大(Ⅸ度),但震级定为 6³/₄级。

① 同 169 页 ①。

(2) 常德地震的等震线呈极大的不对称性, 表现为地震震中以北为河湖淤泥沉积区, 地震波衰减慢, VII 度区面积大; 以南为丘陵区, 几乎无 VII 度破坏的记载; 以东地区主要为河湖沉积区, 地震波衰减慢, 有感范围很大; 地震震中以西为丘陵和山区, 等震线间范围较窄。

3.3 一点建议

地震基本烈度是指某地区在今后一定时期内, 一般场地条件下可能遭遇的最大地震烈度(国家地震局震害防御司, 1992)。即在指定的标准土和一般地形、地貌、构造及水文地质条件下最普遍分布的烈度, 而不反映各种原因所引起的局部烈度。所以在中国某些地区, 特别是在长江流域和河湖沉积区的地震衰减关系应作进一步的研究。

本项工作得到湖南省地震局、常德市地震局、桃源市计委的大力支持, 得到张裕明、时振梁、张玉岫、曹传松、童广云等专家的指点, 在此表示衷心的感谢。

参 考 文 献

- 常德人民政府地方志办公室. 2003. 清嘉庆常德府志校注[M]. 长沙: 湖南人民出版社.
- Chronicles Office of People's Government of Changde. 2003. Notes of Changde Local Chronicles of Jiaqing Reign of Qing Dynasty [M]. Hunan People's Publishing House, Changsha (in Chinese).
- 常德市志编纂委员会. 1993. 常德市志自然环境[M]. 长沙: 湖南人民出版社.
- Compilation Committee of Changde City Chronicles. 1993. Changde City Chronicles: Natural Environment [M]. Hunan People's Publishing House, Changsha (in Chinese).
- 慈利地方志编纂委员会. 1990. 慈利地方志[M]. 北京: 红旗出版社.
- Compilation Committee of Cili Local Chronicles. 1990. Cili Local Chronicles [M]. Hongqi Press, Beijing (in Chinese).
- 董瑞树, 周庆, 冉洪流. 2007. 历史地震考察中历史资料辨伪与查证[J]. 震害防御技术, 2(1): 50—57.
- DONG Rui-shu, ZHOU Qing, RAN Hong-liu. 2007. Discrimination and verification of data in investigation of historical earthquakes[J]. Technology for Earthquake Disaster Prevention, 2(1): 50—57 (in Chinese).
- 公安地方志编纂委员会. 1990. 公安县县志[M]. 北京: 红旗出版社.
- Compilation Committee of Gong'an County Chronicles. 1990. Gong'an County Chronicles [M]. Hongqi Press, Beijing (in Chinese).
- 顾庆叙主编. 1983. 中国地震目录[Z]. 北京: 地震出版社.
- GU Gong-xu. 1983. Earthquakes Catalogue of China [Z]. Seismological Press, Beijing (in Chinese).
- 国家地震局. 1977. 中国地震简目[Z]. 北京: 地震出版社.
- State Seismological Bureau. 1977. Brief Catalogue of Chinese Earthquake [Z]. Seismological Press, Beijing (in Chinese).
- 国家地震局全国地震烈度区划编图组. 1979. 中国地震等烈度线图集[Z]. 北京: 地震出版社.
- The Compiling Group of National Seismic Intensity Zoning Map, SSB. 1979. Atlas of Isoseismal Maps of Earthquakes of China [Z]. Seismological Press, Beijing (in Chinese).
- 国家地震局震害防御司. 1992. 地震工作手册[M]. 北京: 地震出版社.
- Department of Earthquake Disaster Prevention, SSB. 1992. Handbook for Seismological Research [M]. Seismological Press, Beijing (in Chinese).
- 国家地震局震害防御司. 1995. 中国历史强震目录[Z]. 北京: 地震出版社.
- Department of Earthquake Disaster Prevention, SSB. 1995. Catalogue of Chinese Historical Strong Earthquakes [Z].

- Seismological Press, Beijing (in Chinese).
- 湖南地震局编. 1982. 湖南地震史 [M]. 长沙: 湖南科技出版社.
- Earthquake Administration of Hunan (ed). 1982. Seismic History of Hunan [M]. Hunan Science and Technology Press, Changsha (in Chinese).
- 津市市志编纂委员会. 1993. 津市市志 [M]. 北京: 教育科学出版社.
- Compilation Committee of Jinshi City Chronicles. 1993. Jinshi City Chronicles [M]. Education and Science Press, Beijing (in Chinese).
- 李大年. 1993. 常德地区志 [M]. 北京: 中国文史出版社.
- LI Da-nian. 1993. Changde Region Chronicles [M]. Chinese Literature and History Press, Beijing (in Chinese).
- 李善邦. 1981. 中国地震 [M]. 北京: 地震出版社.
- LI Shan-bang. 1981. Chinese Earthquakes [M]. Seismological Press, Beijing (in Chinese).
- 李玉文. 1988. 中国历史地震论文集 [M]. 北京: 地震出版社.
- LI Yu-wen. 1988. Essays on the History of China Earthquake [M]. Seismological Press, Beijing (in Chinese).
- 澧县县志编纂委员会. 1992. 澧县志 [M]. 北京: 社会科学文献出版社.
- Compilation Committee of Lixian County Chronicles. 1992. Lixian County Chronicles [M]. Social Sciences and Literature Publishing House, Beijing (in Chinese).
- 澧县县志编纂委员会. 2003. 清同治直隸澧县志校注 [M]. 长沙: 湖南人民出版社.
- Compiling Committee of Lixian County Chronides. 2003. Notes of Lixian County Chronicles of Qing Dynasty Tongzhi [M]. Hunan People's Publishing House, Changsha (in Chinese).
- 沈得秀, 周本刚, 杨晓平, 等. 2008. 湖南太阳山隆起区断层活动性研究 [J]. 震灾防御技术, 3(1): 251—260.
- SHEN De-xiu, ZHOU Ben-gang, YANG Xiao-ping, *et al.* 2008. Primary analysis on the recurring characteristics of moderate-strong earthquakes in south China [J]. Technology for Earthquake Disaster Prevention, 3(1): 251—260 (in Chinese).
- 石首地方志编纂委员会编. 1990. 石首县志 [M]. 北京: 红旗出版社.
- Compilation Committee of Shishou County Chronicles (ed). 1990. Shishou County Chronicles [M]. Hongqi Press, Beijing (in Chinese).
- 王继, 俞言祥. 2008. 华中、华南中强地震区地震烈度衰减关系研究 [J]. 震灾防御技术, 3(1): 20—26.
- WANG Ji, YU Yan-xiang. 2008. Seismic intensity attenuation law in moderate intense seismic zone of central and Southern China [J]. Technology for Earthquake Disaster Prevention, 3(1): 20—26 (in Chinese).
- 益阳县地方志编纂委员会编. 1999. 益阳县志 [M]. 长沙: 湖南人民出版社.
- Compilation Committee of Yiyang County Chronicles (ed). 1999. Yiyang County Chronicles [M]. Hunan People's Publishing House, Changsha (in Chinese).
- 中国科学院地震工作委员会历史编辑组. 1956. 中国地震资料年表 [Z]. 北京: 科学出版社.
- History Editorial Group of the Earthquake Working Committee, Chinese Academy of Sciences. 1956. China Seismic Data Annal [Z]. Scientific Publishing House, Beijing (in Chinese).
- 中央地震工作小组办公室. 1971. 中国地震目录 [Z]. 长沙: 地震出版社.
- Office of Central Working Group on Earthquake. 1971. The Chinese Earthquake Catalog [Z]. Seismological Press, Beijing (in Chinese).

THE RE-VERIFICATION OF CHANGDE, HUNAN, EARTHQUAKE IN 1631

DONG Rui-Shu ZHOU Qing CHEN Xiao-Li DU Long YU Hong-mei

(*Institute of Geology, China Earthquake Administration, Beijing 100029, China*)

Abstract

A destructive earthquake occurred around Changde, Hunan Province, south-central China in 1631. The previous research of this earthquake yielded 4 different epicenter locations and isoseismal intensity maps. The authors replotted the isoseismals of this event based on checking historical earthquake records, in which the intensity value of the innermost isoseismal is VIII. We concluded that the depth of this earthquake is from 15km to 18km. The basic considerations of our conclusion are as follows: a. This earthquake occurred in an area of lacustrine and fluvial deposits, with the magnitude of $M 6\frac{1}{2}$; b. The geometrical center of the innermost isoseismal is the epicenter; c. The depth of epicenter is about 15 to 18km, which is based on the statistical relation between magnitude, depth of the earthquake source and epicenter intensity as well as Xie's statistical result. Finally, the authors discussed the influences of different ground conditions on the textual research and identification of historical data.

Key words Changde earthquake, historical records, intensity distribution, ground condition, lacustrine and fluvial deposit

〔作者简介〕 董瑞树,女,1942 年出生,1967 年毕业于北京大学,研究员,从事地震活动性、工程地震和历史地震研究,电话:010-62009056。