

张志中, 潘华, 鄢家全, 吴宣, 郝玉芹, 2009. 1791年福建东山外海地震参数复核. 4(3): 302—307.

1791年福建东山外海地震参数复核¹

张志中 潘华 鄢家全 吴宣 郝玉芹

(中国地震局地球物理研究所, 北京 100081)

摘要 本文依据校核后的历史资料, 重新评定了1791年福建东山外海地震的影响场。再由影响场数据复核了该次地震的震中位置、震中烈度和震级值。得到的复核结果对修订已有的地震目录和合理确认该地区的发震构造将有所裨益。

关键词: 历史地震 参数复核 东山外海

引言

按照核安全导则《核电厂厂址选择中的地震问题(HAF101/01)》(国家核安全局, 1994)和《工程场地地震安全性评价(GB17741-2005)》(中华人民共和国国家标准, 2005)的相关规定, 当近区域内存在证据不充分或有怀疑的破坏性地震时, 应在进行了资料核查和现场调查后, 确认其震中位置和强度参数。对于福建漳州核电厂候选厂址而言, 1791年4月8日发生在东山外海的 $M \geq 5\frac{1}{2}$ 级地震就是一次重要的历史地震, 其参数需要复核确认。

1 有关此次地震已有的结果及不确定性

在1995年版的《中国历史强震目录》(国家地震局震害防御司编, 1995)中, 将该地震称为东山外海地震, 而震中位置却在东山附近(23.8°N, 117.5°E), 距离刺仔尾厂址和湖坵厂址分别约为6km和13km。在李善邦先生(1960)主编的《中国地震目录(第一集)》中就列有该地震的参数, 以后各版的地震目录也均列有此次地震。由于该地震发生在滨海地带, 陆地上记载的资料有限, 各地震目录依据的资料以及对其震中位置、震中烈度和震级大小的认识存在较明显的差异(表1)。

从表1所列参数可以看出, 相关地震目录对地震的发震时间的认识是一致的, 但由于(备注栏内)依据的资料有所不同, 对震中位置、震中烈度和震级的估计值均有差异, 表明该地震的参数具有不确定性, 值得进一步复核厘定。

1 基金项目 地震行业专项《核电厂地震安全问题研究》(200708003)资助

[收稿日期] 2009-04-30

[作者简介] 张志中, 男, 生于1954年。高级工程师。现主要从事历史地震和工程地震工作。E-mail: zhizhong1954@126.com

表 1 1791 年地震参数一览表

Table 1 List of the seismic parameters in 1791 record

序号	资料来源	地震时间	震中位置	震级	震中烈度	备注
1	李善邦主编《中国地震目录(第一集)》, 1960	1791 04.08	广东大浦 24.5°N 116.7°E		VI-	岩上一处地裂成坑, 陷没民房数间。潮阳、海阳(潮安)、澄海均震。相距 90km。
2	中央地震工作小组办公室主编《中国地震目录》第一、二册(合订本), 1971	1791 04.08	福建漳州 24.5°N 117.7°E	(5 ^{1/2})	VI—VII	民房多损坏。 广东之大浦: 地震屋瓦窗棂俱动。 注: 漳州、漳浦、云霄记载相同, 疑抄府志, 震中取漳州。
3	顾功叙主编《中国地震目录》(公元前 1831—公元 1969 年), 1983	1791 04.08	福建漳州 24.5°N 117.7°E	(5 ^{1/2})	VI—VII	民房多损坏。 广东之大浦: 屋瓦窗棂俱动, 岩上一处地裂成坑, 陷没民房数间。 注: 漳州、漳浦、云霄记载相同, 疑转抄。
4	《中国地震简目》B.C.780 年—A.D.1986 年 $M \geq 4^{3/4}$ 级, 1988	1791 04.08	福建东山附近 23.8°N 117.5°E	(5 ^{1/2})	VII	福建东山附近。
5	清时期《中国历史地震图集》, 1990	1791 04.08	福建东山 23.8°N 117.5°E	(5 ^{1/2})	VII	乾隆五十六年三月初六卯时福建铜山地震, 毁坏居屋甚多。云霄镇、漳浦、漳州府、南靖民居多损坏。广东澄海墙垣皆裂。诏安、晋江, 广东潮阳、海阳、大埔亦震。
6	国家地震局震害防御司编《中国历史强震目录》(公元前 23 世纪—公元 1911 年), 1995	1791 04.08	福建东山外海中 23.8°N 117.5°E	($\geq 5^{1/2}$)	$\geq VII$	铜山(旧东山): 毁坏居屋甚多。 漳州: 民居多损坏。 漳浦: 民居多损坏。墙壁倾倒。 云霄: 民居多损坏。 南靖: 房屋损坏不少(记五十六年) 大埔(治今茶阳镇): 自朝至暮凡三次, 岩上一处地裂成坑, 陷没房屋数间。 澄海: 墙垣皆裂(记二月)。 诏安: 簸荡三时方定(记初五)。 永定(误记二月)、泉州及广东潮州、潮阳(以上两处记三月)均地震。

2 震中位置和震级复核

根据谢毓寿等(1987)主编的《中国地震历史资料汇编》第三卷(下)(pp.701—705)整理的文献资料, 可以佐证表 1 中序号 5 和 6 所依据的资料比序号 1、2、3 要多。首先, (清)《铜山志》卷九中记: “乾隆五十六年三月初六日卯时, 地震极甚, 毁坏居屋甚多。”铜山即为今福建东山县。说明 1791 年 4 月 8 日清晨之地震对东山县的影响, 不仅震感强烈, 而且造成较多的房屋毁坏, 烈度宜定为 VII 度。云霄的地震记载虽与漳州府相同, 但云霄记载出自嘉庆二十一年的《云霄厅志》, 不会去抄光绪三年的《漳州府志》。光绪十一年(1885 年)刊本《漳浦县志》卷二一记: “[乾隆]五十六年三月初六辰时地大震, 有声如雷, 民居多损坏, 墙壁倾侧, 至今犹有存者”。本条记述比《漳州府志》所记多了“墙壁倾侧, 至今犹有存者。”说明《漳浦县志》所记更充实, 而且破坏较重, 不是经简单修复就可恢复原貌, 致使地震后九

十余年还能看到“民居多损坏、墙壁倾侧”的迹象，其影响烈度宜为Ⅶ度。依据《中国地震历史资料汇编》所列各地的地震情况，按我国《烈度-震级简表》（顾功叙，1983）和《评定历史地震烈度方案》（李群，1989），可得相应的烈度值（表2）。

表2 1791年4月8日地震影响情况

Table 2 Impacts of earthquake on April 8, 1791

序号	地名	震动情况	震中烈度
1	东山	地震极甚，毁坏居屋甚多。	Ⅶ
2	漳浦	地大震，有声如雷，民居多损坏，墙壁倾侧，至今（1885年）犹有存者。	Ⅶ
3	云霄	地大震，有声如雷，民居多损坏。	Ⅵ
4	漳州	地大震，有声如雷，民居多损坏。	Ⅵ
5	南靖	地大震，有声如雷，房屋损坏不少。	Ⅵ
6	诏安	地大震，有声如雷，簸盪三时方定。	Ⅴ
7	澄海	地大震有声，自东方来，墙垣皆裂。	Ⅵ
8	大埔（今茶阳）	地震，自朝至暮凡三次，屋瓦窗棂俱动，岩上一处地裂成坑，陷没民房数间。	Ⅴ
9	泉州	地大震	Ⅴ

在福建的永定、建阳和广东的潮阳、海阳（潮州）等地也记载了该次地震，这里不再叙述。

由表2所列各地烈度值，可大致绘出该地震的等震线图（图1）。因记载地点均在陆地上，只能绘出Ⅶ度和Ⅵ度区的少半部等震线（实线），而海域内的虚线则是推测的。从图1可以看出，不仅等震线分布同区域构造走向是协调的，而且Ⅶ度和Ⅵ度等震线也是协调的，这显示出宏观震中宜在东山以东的海域内。

为了说明图1的合理性，图2还列出了1995年版《中国历史强震目录》（p312）中相应的等震线。比较图1和图2，两者Ⅵ度区的范围基本相同。其差别在于：①图1中将漳浦的烈度复核为Ⅶ度，绘出了Ⅶ度等震线；②图1中将大埔（茶阳）的烈度复核为Ⅴ度。之所以将茶阳的烈度复核为Ⅴ度，是因为“地裂成坑、陷没房屋数间”必有工程地质方面的原因，在现行《中国地震烈度表》中也没有相应的标志，依据“屋瓦窗棂俱动”定为Ⅴ度是合适的，同图1所示影响场是协调的。同时，图2所示烈度影响场也表明，该地震的震中拟在东山附近的海域内。

在1994年完成的《福建省惠安山前核电站厂址地震详细调查及其安全性评价报告》¹中，曾将该地震的震中位置定在东山外海（23.8°N，117.7°E）。虽然该报告未对该地震震中的变更作相应的说明，却能较好地适应图1和图2所示的烈度分布状况，而且还在现代小地震相对活跃的地段内。因此，本文将1791年4月8日地震的震中，复核定在东山外海呈北东向线性分布的莱屿列岛附近，坐标为23.8°N，117.7°E，精度为2类。

关于该地震的震级值，表1中序号1未给出明确的震级值，从序号2至序号5给出的震级估计值为 $5\frac{1}{2}$ 级，序号6给出的震级估计值为 $\geq 5\frac{1}{2}$ 级。根据序号3和序号6的编辑说明，我国对无仪器记录历史地震震级值的估计，通常是按震中烈度、最远破坏（Ⅵ度）距离和最

1 国家地震局地球物理研究所等，1994. 福建省惠安山前核电站厂址地震详细调查及其安全性评价报告。

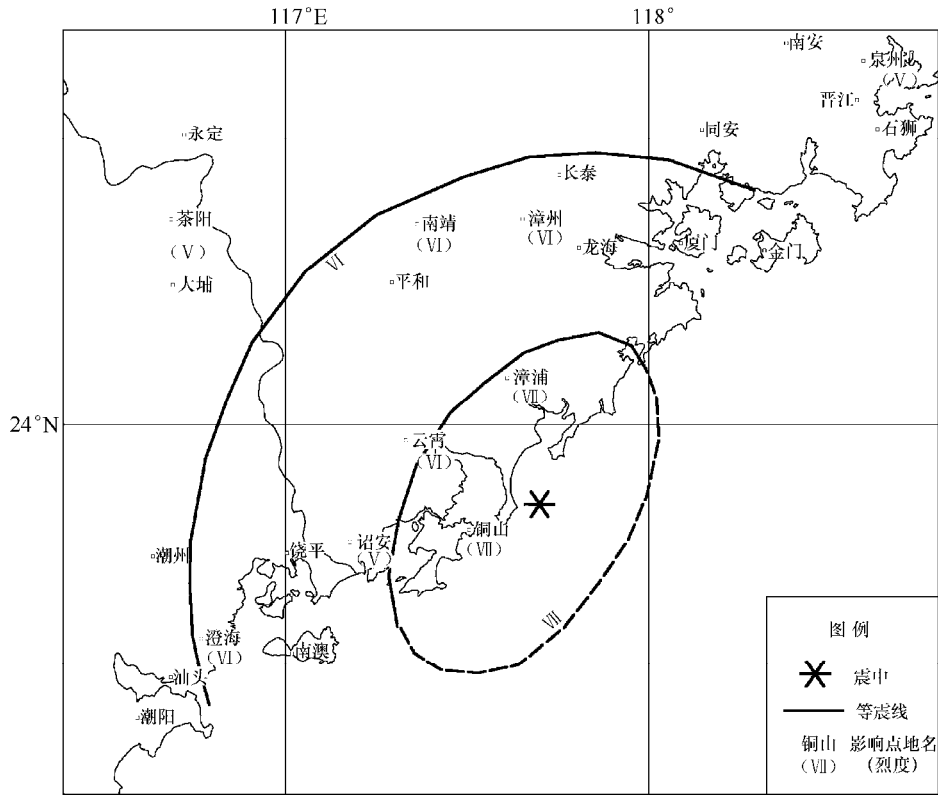


图 1 1791 年 4 月 8 日地震等震线

Fig.1 Isoseismals map of earthquake on April 8, 1791

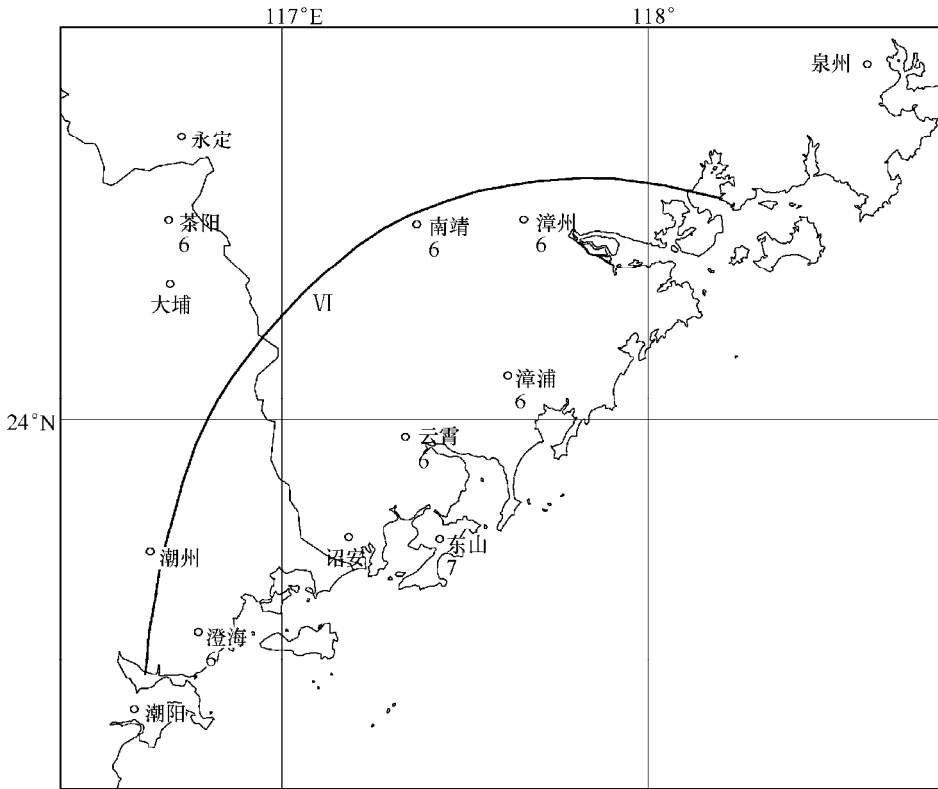


图 2 原有的 1791 年 4 月 8 日地震等震线 (引自 1995 年版《中国历史强震目录》)

Fig.2 Isoseismals map of earthquake on April 8, 1791 (Quoted from Chinese Historical Strong Earthquake Catalog, 1995 edition)

远有感记载距离与震级之间的统计关系综合估计。该地震发生在海域内,不能用震中烈度来估计震级值。该地震造成最远(澄海、南靖)破坏的距离约 100km;最远有感记载(建阳)距离约 370km。按表 1 序号 1 和序号 3 编辑说明中给出的“烈度-震级简表”:①当震中烈度为Ⅷ度,震级为 $5-5\frac{3}{4}$ 级的地震,其最远破坏距离 $<30\text{km}$,最远有感记载距离 100—200km;②当震中烈度为Ⅷ度,震级为 $6-6\frac{3}{4}$ 级的地震,最远破坏距离 $<100\text{km}$,最远有感记载距离 200—500km。由此判定该地震最远破坏距离较大(约 100km),最远有感记载距离约 370km,综合估计震中烈度宜为Ⅷ度,震级宜为 $6\frac{1}{2}$ 级。

为了说明上述震级估计值的合理性,再用国家地震局震害防御司(1990)编辑出版的《地震工作手册》(P313)中给出的烈度衰减统计值(表 3)进行补证。正如图 1 所显示,由于只有陆域上的部分等震线,不能确切地测定Ⅵ度或Ⅶ度区的半径值,但可以估计Ⅶ度区的长、短轴半径分别约在 50km 和 35km 左右;Ⅵ度区的长、短轴半径分别约在 120km 和 80km 左右。上述这些数值已在表 3 所示震中烈度的Ⅸ度范围,考虑到文献记载以县为单位,等震线以县志勾画可能带来的夸大效应,故将其震中烈度评估为Ⅷ度,震级值估计为 $6\frac{1}{2}$ 级是合适的。

表 3 我国华南地区地震烈度衰减统计表(部分)

Table 3 Statistics of seismic intensity attenuation in Southern China (part)

震中烈度	Ⅸ度区			Ⅷ度区			Ⅶ度区			Ⅵ度区		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>r</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>r</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>r</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>r</i>
Ⅸ	8	5	6	19	12	15	47	28	36	122	66	90
Ⅷ				7	5	6	20	11	15	56	26	38

注:表中 *a*、*b* 为相应烈度区的长、短轴半径;*r* 为平均轴半径,单位 km。

综上所述,震中位置和震级的参数复核结果为:

地震时间:1791 年 4 月 8 日

震中地区:福建东山外海莱屿列岛附近

震中坐标:23.8°N, 117.7°E; 精度 2 类

震中烈度:(Ⅷ)度

震级:($6\frac{1}{2}$)级

本文所得之复核结果,对于合理确认该地区的发震构造和今后修定地震目录将有所裨益。

参考文献

- 顾功叙主编, 1983. 中国地震目录, 北京: 科学出版社.
- 国家地震局地球物理研究所, 复旦大学中国历史地理研究所, 1990.
- 国家地震局震害防御司, 1995. 中国历史强震目录. 北京: 地震出版社.
- 国家地震局震害防御司, 1990. 地震工作手册. 北京: 地震出版社.
- 国家核安全局主编, 1998. 核电厂厂址选择中的地震问题 (HAD101/01). 见: 核安全导则汇编. 北京: 中国法制出版社, 343—374.
- 李善邦主编, 1960. 中国地震目录(第一集). 北京: 科学出版社.
- 李群, 1989. 关于中国历史地震烈度评定的意见. 见: 中国历史地震研究文集. 北京: 地震出版社.

谢毓寿, 蔡美彪主编, 1987. 《中国地震历史资料汇编》第三卷(下). 北京: 科学出版社.

中国历史地震图集(清时期). 北京: 中国地图出版社.

中国地震简目汇编组, 1988. 中国地震简目. 北京: 地震出版社.

中央地震工作小组办公室主编, 1971. 中国地震目录(第一、二册). 北京: 科学出版社.

中华人民共和国国家标准, 2005. 工程场地地震安全性评价(GB 17741-2005). 北京: 中国标准出版社.

Verification on Parameters of 1791 Dongshan Outer Sea Earthquake, Fujian Province

Zhang Zhizhong, Pan Hua, Yan Jiaquan, Wu Xuan and Hao Yuqin

(Institute of Geophysics, China Earthquake Administration, Beijing 100081, China)

Abstract Based on the historical data with verification, we recheck the influence distribution of 1791 Dongshan Outer Sea Earthquake. Then the epicenter location, intensity and magnitude are obtained. Our results are valuable in both editing earthquake catalog and understanding the local earthquake background.

Key words: Historical earthquake; Parameter verification; Dongshan outer sea