

1604 年 泉 州 地 震 的 探 討

吴 维 灿

中國地震局地球物理研究所圖書館

贈 功 叙 遺 贈

專家贈書/刊紀念

364

福建省地震局地震綜合隊

一九七九年四月

1604年泉州地震的探讨

(福建省地震局综合队 吴维灿)

1604年12月29日(明万历三十二年十一月初九夜),在我国古代国际商港——泉州发生的强烈地震,是东南沿海地震活动最强烈的泉州——汕头地震带的三次7级以上地震之一,(另外二次是1610年和1918年广东南澳的7级和7 $\frac{1}{4}$ 级地震),也是福建历史上最大的地震。这次地震对于研究泉州——汕头地震带的地震活动趋势、划分地震危险区(段),有着非常密切的关系。本文是在重新考述这次地震史料的基础上,分析这次地震的强度和活动特点,并初步探讨泉州——汕头地震带的地震活动趋势,由于地震史料的局限性,作者水平低,难免有欠妥之处,欢迎批评指正。

一、1604年泉州地震的强度与地点问题

1. 地震强度问题

这次地震发生在泉州海中,极震区近海里,九度区无震害史料,这给评定地震震级带来一定困难。但是,这次地震使古城泉州及邻近地区遭受严重破坏(震害史料与各地的地震烈度见表一),泉州破坏最严重,地震烈度约八度强,过去因将1607年秋泉州地震(属这次地震的强余震),对洛阳桥等古建筑造成的破坏,误为这次地震造成的破坏,以致曾经将泉州的地震烈度定为九度。根据各地的地震烈度,作出等震线图(见附图),其等震线长轴方向为北东向,说明这次地震的影响场受到长乐——诏安活动断裂控制。这次地震还在福建漳浦出现八度高异常区,并在江西上饶、弋阳、资溪和浙江上虞、建德等地出现约六度的高异常区。清《康熙同安县志》记载:“自广东、江西、浙江、江南北直皆报地震”,据有关史料,这次地震波及江西、浙江、江苏、安徽、湖北、广东、广西等省,最远记录约1000公里(广西桂林和湖北

表一 1604年泉州地震资料与评定的烈度

地点	地震情况 (摘要)	烈度说明
福建省 泉州	地大震、楼铺雄健多倾圮殆尽，城内外庐舍圮，覆舟甚多。地裂数处，群城尤甚。	8+
	《开元寺修葺塔记》：万历甲辰（1604年），地大震，顶盖横石从南地者有二，从东南隅地者有八。颓而下诸级，沿所压者皆圮。……。	石狮现存泉州东塔底层（照片1）
福建省 安海（晋江）	地大震声如雷震动，人俱震坠，泉州开元塔石坠一边。清源山及南安地裂涌出沙水，气苦硫磺，地裂沙涌，说处尚多。	县治原在泉州安海至泉州约25公里
	南安 地大震，城堞尽圮，民居坠坏甚多，地裂数处， 裂 仪门折，城外二万坊圮。	8
福建省 莆田	地大震，城崩数处，城中士屋儿倾，乡间屋倾无数，有伤人者。洋瓦下朽地、港利地皆裂，中出黑砂，作硫磺臭，池水亦因地裂而涸。	8
	同安 地大震、城崩，庐舍多有倾颓者。地有裂开丈许，流水溢出者。	8

(接 上 表)

高州	地大震，屋宇将倾，墙垣多颓塌。	7	
德化	地大震，城垣宫庙均被破坏甚。	7	
岷溪	地大震，山川崩裂。	7	
长泰	地大震 屋宇倾圮	7	
海澄	地大震，民舍多：，有裂而梁 南者。	7	今龙海县
平和	地大震，满城撼动，城下北角垣坏 八丈有奇	7	
漳浦	地大震，民舍多：，兴教寺金刚 像坏，忠节坊、仙云与二塔顶俱坠，南 门外大陂田中陷一穴，广五丈余，深约二 丈，水涌出，山前至沙沉。	8	属异常区
沙县	地震如雷，房屋倾覆东溪荡涌。	6	
江上饶	夜地震，屋为之倾。	6	属异常区 (下同)
西弋阳	夜地震，屋为之倾。	6	
老泸溪	地又震，房屋若椽皆裂。	6	泸溪即今、 海县

(接 上 表)			
浙 江 省	建德	戊时地动，墙屋有坏者。	6-
	上虞	夜地震，屋宇摇动；甚有倾侧者。 万历三十四年《上虞县志》引陈健 塘地震诗：……恍如空中旋蚁磨，又似 弄舟江心里，屋瓦纷飞水自波，千户万 户重重店。宿鸟绕枝栖不定，儿童喧呼 声相应，争言无处可容身，嗟尔媪神何 太横。	6-

钗样)，从各地的破坏程度与波及范围来看，这是一次强烈的地震，但其震级可能不到8级。

从地震影响场来看，这次地震的八至六度等震线长短轴半径，同华南地区五度地震统计的影响场衰减值和1918年广东南沃7 $\frac{1}{4}$ 级地震的影响场衰减值（据现场调查资料）很接近（见表二）。此外，1604年泉州地震和1918年南沃地震的震源记录都在1000公里左右。

表二：

名 称	震 度				
	10	9	8	7	6
衰 减 值	a/b	a/b	a/b	a/b	a/b
华南地区五度地震统计的影响场衰减值	15.6 16.5	11 29	71 58	133 115	269 229
1918年南沃五度地震影响场衰减值	11.5 5.7	31 30	85 62	165 125	272 252
1604年泉州地震影响场衰减值			95 65	180 130	280 240

* a —— 长轴半径 (公里) ; b —— 短轴半径 (公里)

由上边可见, 将这次地震的震中烈度定为五度是适宜的。按公式 $M = 0.58I_0 + 1.5$ 估算震级 (I_0 为震中烈度), 求得震级 $M = 1.3$ 级。再用公式
$$h = \frac{\Delta_i}{\sqrt{10^{(I_0 - I_i)/5} - 1}}$$
 得出震源深度

$h = 12$ 公里, 衰减系数 $S = 1.6$ (Δ_i 为烈度 I_i 的震中距离平均值)。考虑到地震史料列举的事实有限、地震影响场的差别, 以及范围较广, 可以将这次地震的强度定为 7.5 级。因此, 《中国地震目录》将其定为 8 级地震, 偏大太多了, 建议给予修改。

2. 发震地区问题:

由于震中区 (五度区) 在海里, 九度等震线因无史料而作不出来 (估计在惠安、泉州、晋江沿海一带)。所以, 只能根据八至七度 (有较可靠的震害资料) 等震线的面积来定震中位置, 大约在泉州湾海中。泉州湾是长乐——诏安活动断裂 (主要由一系列北北东或北东向断裂组成) 与永安——晋江北西向活动断裂交汇处, 是地应力集中的有利部位, 而且岩体力学性质 (剪切、挤压、张拉强度和变型模量等) 较差, 具备发生强烈地震的地质构造条件。所以, 从地震影响场 (泉州破坏最重) 和发震构造背景分析, 将这次地震的震中区定在泉州湾海中比较合理些, 震中位置约为北纬 24.8 度, 东经 118.9 度 (过去将震中定在莆田南日岛南面, 即北纬 25 度, 东经 119.5 度), 修改后的震中位置与过去定的震中位置相距约七十公里。

二、地震活动类型

从有关地震史料来看, 这次地震有明显的前震、主震和余震, 为主震型地震序列。下面分别讨论前震与余震的活动特点。

1. 前震活动特点

明万历三十二年（1604年）十一月初九泉州强烈地震的前三年多中，在主震区及邻近地区发生过数次较小的地震。例如：1604年泉州“初八地震，初九夜大震”，晋江安海“自初二地震至初九夜大震”，泉州、漳州等地“三月地震有声”，海澄“八月三都地大震有声，自西方来，向东而去”。1603年莆田“一夜五震”，惠安“七月地震”，漳州府“地大震”。1602年福州府、兴化府、泉州府“六月辛亥卯时地震”。1601年漳州府“一月十一日夜戌时地大震，子时又震”。由此可见，在临近主震的时间，小震频度越高，强度增大，並有向主震区移动的趋势。所以，1604年泉州强烈地震前，地震能量释放逐渐增强。

2. 余震活动特点

1604年泉州强烈地震后，在莆田——泉州——漳州一带发生数次余震。例如：泉州“初九夜大震……连震十余次”，晋江安海“地震……半年方息”，南安“地大震，夜见十余次，……至次年正月六日乃止”，同安“连日微震，逾月乃止”，莆田“初十夜又震”。万历三十五年（1607年）正月泉州府还发生地震，门户摇动有声”。万历三十六年（1608年）五月十六日漳州“酉时地大震，亥时止”。除了这些较小的余震外，根据现存的地震碑文（照片2、3、4）和文集等史料，还有可能三次强余震（可能有漏掉的）。对于这些强余震，过去重视不够，所以在里做些考述。

（1）1607年秋（万历三十五年）泉州地震

现今泉州保存的三块地震碑文和《东壁集》（李光缙著）中的七篇文章，以及有关府县志等史料，都较详细记载这次地震对泉州古建筑造成的破坏——洛阳桥圯、青帝宫（第一山宫）圯、清净寺倾、城堞尽圯。李光缙（1549——1621年）是经历明万历年间泉州多次强震的幸存者，《东壁集》又开明崇禎十年（1637年）刻本，记载这次地震是完全可信的。史料还记：地震时，伴随着“腥风淫雨交作”，因而加重了建筑物的破坏。从现存的地震碑文和有关文献，就不难看出，主要是地震引起泉州若干

二这些竹丛破坏，因为：第一，洛阳桥的地震碑文、《景范集》与府志志中有关洛阳桥的记载都是“地大震，桥地，桥北石梁塌陷，高四尺许”。第二，地震使青帝宫“前殿尽圮”，而帝君像则是“飓风拔屋，像貌尽湮”。第三，《詹季公行》记载：“岁丁未（1607年）地震，城堞尽圮，洛阳桥倾，第一山宫颓”；《寿詹季公守帝先生一序》记载：“岁丁未地大震，飓风淫雨交作，东岳青帝宫坏，城堞尽圮，洛阳桥倾”（詹季公即詹仲元，是地震后所修第一山宫的主要主持者）。这二条记载虽不同，还是可以看出，主要是地震造成建筑物破坏。第二，《郭守真传》记载：“会秋（1607年秋）八月飓风大作，淫雨累月，庐舍淹没数千家，官署亦泄于水”，虽没有提到“飓风淫雨”造成古建筑破坏。此外，由于泉州古建筑结构牢固，历史上的多少风灾暴雨尚未引起严重破坏。从上述可见，这次强余震是在万历三十五年秋，极震区在泉州至洛阳桥之间的海岸边附近，即在长乐——诏安活动断裂带上，震中位置约为北纬24.4度，东经118.1度，震中烈度八度（震级6级）。

（2）1609年6月7日（明万历三十七年五月八日）泉州地震

《万历泉州府志》（刻本）记载：广学“地震，城堞之两虞坏”；清静寺“地大震，楼殿倾圮（李光儒为记）”。“李光儒为记”与李光儒撰的《重修清静寺碑记》（照片4）都是记述清静寺的震害，这是不为同一次地震造成的呢？从有关史料分析，应是二次地震都造成清静寺破坏。因为：第一，万历三十五年是“地大震，暴风淫雨，楼榭飘摇，倾圮日甚”，而万历三十七年是“地大震，楼额其角”，该寺二次损坏的原因和程度不同。第二，《碑记》刻有“主持夏日禹率父老子弟，请余修之”而万历三十七年地震后是“姜志礼、李侍问令教人林日耀主持，夏日禹董其役”，二次地震后重修的主持者不同。第三，《万历泉州府志》是在这二次地震后三至五年中修纂的，所记述的史料较可靠，“李光儒为记”可能不是现有的《碑记》。

这次地震的有感区包括：南安“地震，门户屋瓦俱震撼有声”，惠安“地震”，莆田和汀州府“午时地震”，南平和明溪“未时地震”。从泉州二处古建筑物的损坏和有感范围来看，并结合发震构造背景分析，将震中定在泉州南涵较合适，即在长乐——诏安活动断裂与北西向泉州江南活动断裂交汇处，震中位置约为北纬24.0度、东经118.5度，震中烈度七度（震级5.5级）。

（3）1610年（明万历三十八年）漳州地震

《万历漳州府志》中的《罗拱辰传》记载：“罗拱辰……万历三年同知漳州府，郡中罗奇霄……议创威镇阁以护风气，知拱辰有精思，悉委成焉……万历二十六年飓风大作，坠城南楼。三十八年地震甚，所在倾圮，而此阁岿然无恙”。府志梓异篇和邻近各县都没有记载，仅由该传记的史料，能否定为一次强震？这里谈点初步认识。《万历漳州府志》是在这次地震后三年修纂的，写传记时对万历年间漳州的自然灾害有所采访，误记的可能性不大。另一方面，1609年泉州强余震后的一年左右，在离主震区较远的漳州有可能发生较小的强余震，这也符合强余震逐步减弱的规律。所以，可以将这次地震定为5级（震中烈度六度）。威镇阁在漳州东南，故将震中定在漳州东南处，恰好在长乐——诏安活动断裂上的龙海白云山断裂附近，震中位置约为北纬24.5度、东经117.7度。

综上所述，余震的活动特点是：主震区附近的余震活动很频繁，持续时间较长，特别是强余震，持续时间达五年左右，并且都是发生在长乐——诏安活动断裂附近。离主震区时间越久，余震活动频度降低，强度减弱，还有向主震区外移的趋势，这就是所谓主震后应力场的调整。

三、泉州——汕头地震带的地震活动趋势

从东到南海地区的地震史料来看，泉州——汕头地震带的地震活动已进入第二活动期。第一活动期的活跃阶段持续时间为197年（1445—1641年），最大地震为1604年泉州海中7.5级地震（

去定为8级)。第二活动期的~~释放~~阶段持续时间至今已有188年(1791—1978年),最大地震为1918年南沃 $7\frac{1}{4}$ 级地震(广州地震大队分析宏观调查资料时,认为震级约7.6级)。所以,本带两个活动期的最大地震在 $7\frac{1}{4}$ 至7.5级之间。一般地说,各活动期释放的地震能量基本相当,持续时间大致一样。按释放的应变能推算,第二活动期可能不会发生大于6.5级地震,持续时间十至二十年,就将进入第三活动期的平静阶段。从各活动期的应变积累和释放阶段的最大地震来看(表三),第一活动期与第二活动期的前三个阶段中,各个活动阶段的最

活动期	活动阶段	最大地震	活动期	活动阶段	最大地震
第一活动期 一 一〇〇 — 一六四 — 一年	积累阶段 1100—1444年	无强震	第二活动期 一 一六四 — 二 — 现今	积累阶段 1644—1790年	无强震
	前兆释放阶段 1445—1599年	6		前兆释放阶段 1791—1917年	6
	大释放阶段 1600—1610年	7.5		大释放阶段 1918年—1931年	$7\frac{1}{4}$
	剩余释放阶段 1611—1641年	$5\frac{3}{4}$		剩余释放阶段 1932年—	

大地震基本相同，以此类推，两个活动期的第四阶段（剩余释放阶段）的最大地震也可能相接近。所以，第二活动期可能没有6级以上地震。总之，根据以上初步分析，本带今后几十年内可能没有6.5级以上地震。显然，研究地震活动趋势是一项复杂的课题，还须采用其它方法进行综合分析。

主要参考资料

- [1] 中国地震资料年表 1956年版
- [2] 中国地震目录 1960年与1971年版
- [3] 福建江西烈度区划工作报告

福州地震大队 编 1977年
江西省地震办
- [4] 李光增：余震集 明崇祯十年版
- [5] 1604年与1607年泉州两次强震考述 （陈泗东执笔）
《泉州震讯》1978年17期