

李金良, 黄永林. 2023. 1624 年“扬州地震”震中的新认识. 中国地震, 39(2): 385~394.

# 1624 年“扬州地震”震中的新认识

李金良 黄永林

江苏省地震局, 南京 210014

**摘要** 公元 1624 年 2 月 10 日, 即明代天启三年 12 月 22 日, 在现今江苏省范围内发生了一次破坏性地震。在历次出版的地震目录中, 扬州被确定为本次地震的震中, 其主要依据为“扬州倒卸城垣三百八十余垛、城铺二十余处”的历史记述。《地震亘江南北疏》的发现为本次地震的研究提供了新的资料。本文分析已有资料的可靠性; 选择相对可靠的历史资料划定 VI 度等烈度线; 采用新划定的 VI 度等烈度线, 按历史地震影响烈度的衰减关系确定本次地震的震级为  $6\frac{1}{4}$  级; 综合 VI 度等烈度线范围内的地震地质条件以及历史地震资料中人的感受、地表变形和各地地声方向记录, 综合确定了震中位置大致在  $32.2^{\circ}\text{N}$ 、 $119.5^{\circ}\text{E}$ , 与 1913 年 4 月 3 日镇江  $5\frac{1}{2}$  级地震 (参考地名“江苏镇江”) 震中相距不远。此外, 本文还描述了本次地震的地震序列。

**关键词:** 扬州地震 历史地震 震中 《熹宗实录》

[文章编号] 1001-4683(2023)02-0385-10 [中图分类号] P315 [文献标识码] A

## 0 引言

公元 1624 年 2 月 10 日, 即明代天启三年 12 月 22 日, 在现今江苏中部长江沿岸发生了一次破坏性地震。这次地震波及江苏、上海、浙江和安徽等地区, 留下大量此次地震的文字记录。在《明熹宗愍皇帝实录》(以下简称《熹宗实录》) 的一个版本(红格本)中有如下记录: “扬州倒卸城垣三百八十余垛、城铺二十余处”, 这是本次地震全部历史文献记载中描述震灾最严重的。因此在相当长的时间内, 这一地震的震中定在江苏扬州, 称为“扬州地震”。

关于本次地震的震中一直有不同的观点。不同的人在不同的时期拥有不同的历史资料, 确定地震烈度和震中的研究方法也不相同, 从而得到不同的结论。表 1 列出了不同研究者确定的本次地震的参数(李善邦, 1960; 国家地震局, 1977; 江苏省地震局, 1987; 国家地震局震害防御司, 1995; 刘昌森等, 2002)。比较表 1 的各项参数可知, 在不同的研究结论中, 比较一致的参数主要是参考地名(扬州)、地震的震级和震中烈度; 最大不同点为震中位置。

陈新(1997)在实施“一六二四年扬州六级地震研究”课题时, 查阅数以百计的档册、史

[收稿日期] 2022-06-29 [修定日期] 2023-03-09

[项目类别] 扬州市活断层探测与地震危险性评价项目、中国地震局老科协项目(202306)共同资助

[作者简介] 李金良, 男, 1974 年生, 工程师, 主要从事地震地质方面的工作。E-mail: 2662889601@qq.com

黄永林, 通讯作者, 男, 1955 年生, 正高级工程师, 主要从事地震工程与岩土工程技术的开发与研究工作。

E-mail: nanjinger@139.com



表 1 1624 年地震的主要地震参数

经度/(°E)	纬度/(°N)	烈度	地震精度	出处
119.5	32.5	Ⅷ度	3	《中国地震目录》1960 年版
119.4	32.4			《中国地震简目》1977 年版
119.4	32.3		3	《江苏省地震志》1987 年版
				《中国历史强震目录》1993 年版 《苏浙皖沪地震目录》2002 年版

料,共整理出 100 余条与 1624 年地震相关的史料记述。特别是在台湾历史语言研究所于 1962 年校印《熹宗实录》中,找到了本次地震后地方政府向中央报告灾情的官方文件《地震亘江南北疏》。这份文献为本次地震的实况与灾情提供了可靠的一手资料。陈新(1997)的研究排除了本次地震的震中位于扬州市区和南京市区的可能。

在陈新(1997)的研究中,对前人研究本次地震的参数结果提出了以下几点疑问:①扬州若是 1624 年 6 级地震的震中,地震造成的破坏应是最重,可是在人文荟萃的扬州,却未见一处与“扬州倒卸城垣三百八十条垛城铺二十条处”相匹配的地震破坏记载,反而扬州之外数百千米的地方有震灾记载;②《中国历史强震目录》中Ⅵ度烈度区面积约为  $3.4\times10^4\text{km}^2$ ,现代统计结果表明,6 级左右的地震Ⅵ度烈度区面积不足  $1\times10^4\text{km}^2$ ;《中国历史强震目录》中的Ⅵ度烈度区面积与现代统计相差太大;③扬州并不位于 1624 年地震等烈度线或高烈度区范围的几何中心。陈新(1997)的研究列出了诸多资料以及此项研究存在的种种问题,但没有给出震中位于何处的确切答案。

1624 年的“扬州地震”是江苏境内陆地上震级最大的历史地震之一。迄今为止,对于本次地震的参数仍然存在疑问,这是一个应当尽早解决的问题。

对于 6 级左右的历史地震而言,震中附近历史资料的可靠性对确定地震的各项基本参数应当是最重要的。以往的研究均是在试图充分占有资料的思路下进行的,对资料本身的可靠性注意不够。本文从历史文献产生年代和文献记录者是否为本次地震的经历者的角度出发,评价文献记录的可靠性,利用现代地震工程技术的方法分析文献记载内容的真实含义,参考对地震烈度分布的最新统计公式,综合确定了本次地震的震级和震中位置。本文的工作不仅有利于提高本地区的地震灾害防御水平,其研究方法对其他历史地震研究也有借鉴作用。

1 1624 年地震史料与可靠性分析

以历史地震资料产生的时间、资料形成的过程和描述地点的精确性为依据,分析了 1624 年地震资料的可靠性,以可靠和相对可靠的资料作为本研究的基础资料。

1.1 1624 年地震资料的可靠性分类与选用

关于 1624 年地震的记录比较丰富。记录的时间跨度从明天启到清光绪年间,散见于官方的公文、地方志和文人的著述中。根据历史资料编著的年代和资料内容一致性与相容性,将相关资料分为可靠、相对可靠和参考使用三个等级。

从明天启三年(1624 年)起到清顺治十八年(1661 年)止,时间跨度为 38 年。在此期间的

公文、地方志和文人的著述等历史记录的编纂者对这次地震有亲身体验,有很多经历过此次地震的人在世。这一阶段的地震记录应当具有很高的可靠性。而后的清康熙朝有 60 年之久。在康熙十三年前(1673 年止)的地方志编纂者可能对这次地震有亲身体验。对这一时间区间内同一地点有不同记录的情况下,其可靠性以来自现场的直接记录优先,采用最可靠、最合理的记录作为研究的资料。因此,将 1624—1673 年这 50 年间的记录归于“可靠”一类。

清康熙十三年(1674 年)起,地震已过去 50 年。这一时期的地方志编纂者应当主要是根据其他人的记录进行编纂,但仍然有一些特别年长的人对此次地震有一定记忆,可以进行核对,仍然具有一定的可信性。将清朝康熙 1674—1722 年间的记录归于“相对可靠”一类。

清雍正元年(1723 年)起,历史记录的编纂者主要是依据间接资料进行编纂,可靠性难以保证,因此归入“参考使用”这一类,对于没有明确年份记载的资料也归入这一类。对同一地点的不同记录,在确定采用记录之外的其他记录也归于“参考使用”这一类。参考使用的记录仅在确定有感范围时使用。

## 1.2 与《熹宗实录》相关的 1624 年地震资料分析

长期以来,1624 年地震的震中定在扬州的主要依据来源于《熹宗实录》。但《熹宗实录》有不同的版本,需要对这条资料的可靠性进行更细致的考证。

《熹宗实录》有两种影印本印行问世。一是 1941 年梁鸿志所影印的南京国学图书馆所藏抄本(简称梁本)。这是中国《熹宗实录》的第一部印刷本,未经校勘。二是台湾历史语言研究所 1962 年影印的原北平图书馆所藏“红格本”。中国社会科学网有《熹宗实录》红格本和部分梁本的文本资料。网上查阅这两个版本的《熹宗实录》,有下面两个记录:

(1)《熹宗实录》(梁本)卷 39:“提督操江熊明遇诣軫念根本疏曰天启三年十二月二十二日申时四刻忽觉地震失常令行通查府属州县有无损伤等因当据上元江宁句容等县各地称从西北方震起向东南去墙垣动摇屋脊梁柱俱各有声城垣墙垛倒塌又据常州镇江扬州等府申称地震有声自西南来屋瓦摇落房窗斜倾且多倒塌一连两坎移晷方定”。

(2)《熹宗实录》(红格本)卷 42:“南直应天府苏松凤泗淮扬滁州等处同日地震扬州倒卸垣三百八十条城铺三十余处”。

同一件事情在不同版本的《熹宗实录》中出现两种不同说法,因此需要确定哪一种说法更接近事实。幸好,在校勘后的《熹宗实录》(红格本)的附录中找到了熊明遇当时的《地震亘江南北疏》原文。《地震亘江南北疏》是本次地震后地方政府向中央报告灾情的官方文件,由当时主管本地事务的南京都察院右佥都御史、提督操江兼管巡江的熊明遇所撰。熊明遇在天启三年 12 月 22 日地震发生后,责成应天府府尹毕懋良查报所属各府、州、县地震灾情,在天启四年正月,即震后一个月内,写成《地震亘江南北疏》呈报熹宗皇帝,这是目前发现的地震发生后最早的官方文献。《地震亘江南北疏》对地震后各地的宏观表现作了详实描述,是一部颇具重要研究价值的古代“地震宏观调查报告”,其真实与可靠程度毋庸置疑。《地震亘江南北疏》中与震情有关的文字如下(原文无标点):“天启三年十二月二十二日申时四刻,忽觉地震。声如雷雨片响,随止。……上元江宁二县申报时刻相同。又据句容县申称,该县地震瓦屋皆动,西铺城垣墙垛倾倒三丈。又据溧阳县申称,地从西北方震起向东南去,墙垣动摇,屋脊梁柱俱各有声。又据溧水县申称,本县县城内外地震异常,民无不骇。又据高淳县申称,该县地动一声北来南去。又据六合县申称,地动自西北来向东南去,倒塌城

垛四堵。又据江浦县申称,地震从东北起向西南去,倏忽之间屋瓦皆浮。……。又据常州府知府曾樱申称,本府地震有声,自西南来,屋瓦摇落,房窗斜歪,且多倒塌,一连两次,移晷方定。又据镇江府署印推官高可法申称,地震声若微雷,墙壁几倾,屋瓦俱动,间有落地者,戌时微震二次。又据扬州海防兵备参政郭士望呈,称据泰州申详本府地震厅事,墙壁俱动,城雉倒塌数处。……。”

陈新(1997)对“倒卸城垣三百八十条垛城铺二十余处”还进行了具体的考证。结果认为,当时的扬州城四周依城而建的用于屯兵的“城铺”总数仅 21 处;“倒卸……城铺二十余处”意味着在此次地震中扬州的城铺全部倒塌,其依托的城墙及其他建筑倒塌必然是不可忽视的;没有民宅破坏的记录是不可思议的。

此外,康熙《扬州府志》卷 22 记载“扬州地震如雷,倒民间屋舍”,并没有提及“倒卸城垣”。这条记录时间略远,也应当可以作为以上论述的佐证。这一点在明末金日升著的《颂天牘》一书中关于此次地震的记载也是另外一个旁证:“应天府申时地震声如巨雷两个时方止常镇扬泰州俱然摇倒民房无数压死多命”。这间接旁证了梁本比红本更接近原文。值得注意的是,金日升的文字中的“常镇扬泰州俱然”的地理中心是镇江。

注意到梁本是直接的影印本,未经校勘,应当视同于原版。红格本的底本是残缺的,是参考其他抄本校勘完成的。红格本的校勘者在序中认为,“判断实录各本异文的是非,在我看来,宜引用那些材料来源可靠,而又非因袭实录的载籍”,“实录所载奏疏,多源本档册。其载于文集的,自亦可供校勘。”对照《地震亘江南北疏》,梁本应当更接近底层官府呈报的原始灾情记录。

综合分析认为,《地震亘江南北疏》是此次地震的官方震灾实录,有较高的可靠性,应当首先采信。两相比较,梁本对此次地震记录的可靠性大于红格本。

### 1.3 潘一桂《中清堂集》对此次地震的记录

潘一桂是明代韵文学家,明隆庆元年至隆庆四年(1567—1570 年)任镇江知府,后定居镇江,有《中清堂集》六卷行于世。在第五卷诗集中地震诗之前的序中,潘一桂对此次地震记录了以下的体验:“晡时,如殷雷,如沸羹者,地之震。震之来者东南,之者西北。京口四向各千里有羨者。震之幅员若驰骏骑百步而响不止者。震之咎:垣之朽者踣,雉之危者覆,屋之孑然者轧而陨,平土之裂者容膺。”

潘一桂的这段记录描述了接近震中处的地声方向、有感的范围、震动的幅度,不同建筑物的破坏程度,地表破裂破坏的形象,这是一个明代文人对此地震的直观描述。特别是建筑物破坏的情景,用现代白话文可描述为“朽了的城墙原地坍塌成一堆,危墙就地倾覆,孤立的房屋被房顶压倒而毁坏,平地上的土裂开可以插入手指头”。潘一桂的这段记录是所有本次地震描述中最细致的,是历史文献中罕见的对地震过程和人体感受的震灾记录。其中,“平土之裂者容膺”并没有对出现喷砂冒水的描述,这应当是震中附近深部断层错动引起的地表破裂,描述的破坏程度用烈度表示应当在Ⅶ度以上。

表 2 列举了本文研究采用的资料,同时清除了时间或者地点不符的资料。比如,之前认为属于本次地震的东台的历史资料,因为没有准确时间而没有采用。东台地震记录不属于本次地震已经是共识,这一资料的清除改变了等震级长轴方向,在确定地震震中过程中有重要意义。

表 2 与 1624 年地震相关的震害史料汇编

地点	房屋建筑震害	人的感觉	地声方向	出处	烈度	可靠性
扬州	南直应天府苏松凤泗淮扬州等处同日地震,倒卸城垣三百八十余垛,城铺二十余垛			《熹宗实录》(红格本)卷 42	Ⅵ+	参考使用
	又据常州镇江扬州等府申称地震屋瓦摇落房窗斜倾且多倒塌”			《熹宗实录》(梁本)卷 39;《地震亘江南北疏》		可靠
	扬州地震如雷,倒民间屋舍			康熙《扬州府志》卷 22		比较可靠
南京	应天府申时地震声如巨雷两个时方止常镇扬泰州俱然摇倒民房无数压死多命			明末金日升著的《颂天牖笔》		可靠
镇江	墙壁几倾屋瓦俱动间有落地者戊时微震二次	地震声若微雷		《地震亘江南北疏》	Ⅶ+	可靠
	震之咎:垣之朽者踣,雉之危者覆,屋之孑然者轧而陨,平土之裂者容腴	哺时,如殷雷,如沸羹者,地之震。……震之幅员若驰骏骑百步而响不止者	震之来者东南,之者西北	潘一桂《中清堂集》卷 5		可靠
句容县	瓦屋皆动西铺城垣墙垛倾倒三丈			《地震亘江南北疏》	Ⅵ	可靠
溧阳县	墙垣动摇屋脊梁柱俱各有声		地从西北方震起向东南去	《地震亘江南北疏》	V	可靠
溧水县		县城内外地震异常民无不骇		《地震亘江南北疏》	V	可靠
江浦县	倏忽之间屋瓦皆浮……		地震从东北起向西南去	《地震亘江南北疏》	V	可靠
常州府	屋瓦摇落房窗斜歪且多倒塌一连两次移晷方定		地震有声自西南来	《地震亘江南北疏》	Ⅵ	可靠
泰州(扬州府)	厅事墙壁俱动城雉倒塌数处……			《地震亘江南北疏》	Ⅵ	可靠
六合县	倒塌城垛四堵		地动自西北来向东南去	《地震亘江南北疏》	V+	可靠
常熟	东刹浮屠亦摇倒其顶,城内外地面尽裂	墙屋占榻俱摇,行者皆仆,地震有声	薨薨自西北来	崇祯《海虞别乘》册 2 页 13	V	可靠
当涂	墙垣有倾倒,地有折裂者	申酉时地大震,蹴蹴有声,屋宇皆鸣	从西北方来	康熙《太平府志》卷 3	V	比较可靠





续表 2

地点	房屋建筑震害	人的感觉	地声方向	出处	烈度	可靠性
高淳		地动一声	北来南去	《地震亘江南北疏》	V	可靠
				康熙续修顺治《高淳县志》卷 1		比较可靠
东台 (扬州府)	申酉之交地震,垣墉动摇		地震有声,屋宇倾。水泛滥	康熙《淮南中十场志》卷 1	IV	比较可靠
淮安	房屋皆动。并江南苏、松、江西时同	申时地震,淮、湖水翻,		天启《淮安府志志》卷 24	IV	可靠
通州 (南通)		二十二日酉时地震,有声如雷		弘光《卅乘资》卷 1	IV	可靠
靖江	屋瓦皆动	十二月二十二日地震有声		崇祯《靖江县志》卷 11	IV	可靠
外岗镇	屋宇动摇有声	二十二日申时地震,		崇祯《外岗志》卷 2	V	可靠
无锡	屋舍皆动	二十二日申酉间,	自北而南,	康熙《无锡县志》卷 24	IV	
松江	屋宇动摇久之,乡镇皆然	十二月丁未(二十二日)地大震,声如风雨	自西北至东向	崇祯《松江府志》卷 47	IV	可靠
		抑且有一二时而三震矣		明·周起元《周忠愍公传疏》卷 3		可靠
嘉善	墙屋摇动几倾	十二月地大震,		嘉庆《嘉善县志》卷 20	IV	可靠
如皋		三年地震		康熙《如皋县志》卷 1	IV	比较可靠
泗州、凤阳、 滁州		地震		《熹宗实录》(红格本)卷 42	IV	可靠
吴县		申酉时地大震		崇祯《吴县志·祥异》	IV	可靠
太仓		三年地震		嘉庆《直隶太仓州志·祥异》卷 58 页 4	IV	可靠

注:本表采用的基础数据来自《江苏省地震志》,参考陈新“一六二四年扬州六级地震研究”课题结题报告中的内容进行补充,并对部分资料进行了校对,根据资料的可靠性判别结果进行取舍后编制;地震影响烈度值根据《中国地震烈度表》(GB/T 17742—2008)(中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局等,2009)A 类建筑类型确定。

2 1624 年地震的地震参数

2.1 1624 年地震的 VI 度等烈度线

等烈度线的烈度越高,越接近于地震的震中。尽管本次地震的历史资料比较丰富,但仍然不足以绘制出高于 VI 度的等烈度线。对于本次地震,VI 度等烈度线是能够用现有可靠资料绘制的、比较可信的最大烈度等值线。分析可靠的历史地震资料,采用成熟的地震烈度表(中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局等,2009;鄢家全等,2011),按 A 类建筑类型,即木架结构和土、石、砖墙建造的旧式房屋确定各地的地震烈度,绘制了包围震中的 VI 度等烈度线。

将 VI 度以上的地震烈度值标注在本地区地质图上(图 1),大致描绘出 VI 度等烈度线的轮廓,以此作为分析 1624 年地震的地震参数与震中的基础。由图 1 可见,泰州句容方向大致是等烈度线的短轴方向,常州镇江扬州方向是等烈度线的长轴方向。



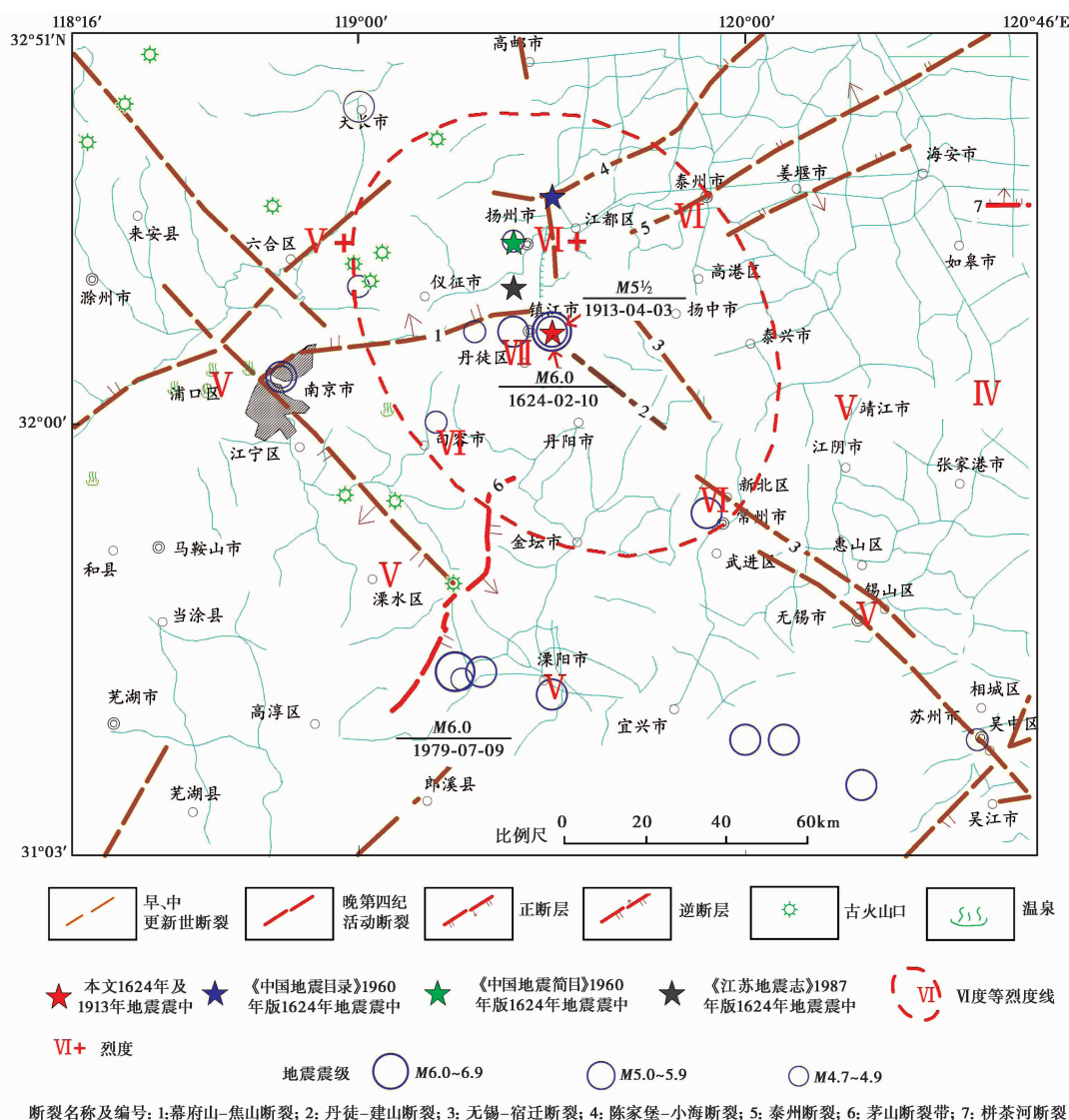


图 1 1624 年地震的 VI 度等烈度线及邻近区域的地震构造

## 2.2 1624 年地震的震级

采用编制 GB 18306-2015 时统计得到的中国东部地震烈度衰减关系(高孟潭, 2015), 根据 VI 度等烈度线的形状、最高烈度的记载与震级的对应关系等, 综合确定了本次地震的震级。

如图 1 所示, 本次地震的 VI 度等烈度线大致为长轴呈北西向的椭圆。在短轴方向, 泰州句容之间的连线距离约 90km, VI 度等烈度线的短半轴长度为其一半, 约 45km。

本次地震在北部的地震记录数据不多, 扬州以北的数据可靠性也不够, 以南部的数据为主分析长轴距离。常州指向泰州句容连线的距离约 61km, 此大致为 VI 度等烈度线的长半轴, 代入地震烈度衰减关系(高孟潭, 2015), 计算得到本次地震震级约为 6.3 级。考虑到本

地区地表覆盖层较厚,地表土层对地震动有放大作用,相同震级的地震地表加速度比标准场地偏大。按历史地震的震级规定,综合评估此次地震的震级为  $6\frac{1}{4}$  级。

### 2.3 1624 年地震的震中

以泰州句容之间的连线作为短轴方向,长轴方向与之垂直,大致沿丹徒—建山断裂方向到达常州,北侧大致对称绘制Ⅵ度等烈度线。结果表明,理想的Ⅵ度等烈度线与根据记录绘制的Ⅵ度等烈度线在南部吻合较好,北部超出目前历史记录的范围。这可能与地震中发震构造破裂的方向有关,破裂的方向可能是由西北向东南前进的,东南方向的破坏略大于西北向。因此,本次地震的震中应当在长轴与短轴交点附近。本次地震的震中与 1913 年 4 月 3 日  $5\frac{1}{2}$  级地震的震中相距不远,有可能重合。综合确定 1624 年地震的震中位于  $32.2^{\circ}\text{N}$ 、 $119.5^{\circ}\text{E}$ 。

校核这一震中位置与记录的协调性。潘一桂《中清堂集》卷 5 中有对此次地震的生动描述“平土之裂者容膈”,这是Ⅵ度等烈度线围成的区域内唯一出现的地裂描述,由此也表明最大地震烈度在镇江。“震之幅员若驰骏骑百步而响不止者”描述的正是震中附近 P 波行进和断裂破裂的感觉,特别是震声“震之来者东南,之者西北”,非常符合震中与镇江城相对位置关系。

此外,用地声记录资料验证本文确定的震中位置,除常州的地声方向不符,其他所有地声记录均较为相符。相比于此前研究确定的震中,本文确定的震中相对地声方向符合得最好。

### 2.4 1624 年地震的地震序列

分析历史地震资料,对 1624 地震的发震过程综述如下:1624 年 2 月 8 日,在宜兴—常州附近发生了一次 4 级左右小地震;两天前的这个小地震应当是本次地震的前震;2 月 10 日(明天启三年 12 月 22 日)下午 16 点(申时四刻)发生了本次主震,地震波传到了长江两岸,江南江北均有城墙倒塌;在 19 点至 21 点间又发生了两次余震,过了一会儿才停止;这两次余震镇江和常州的人体验比较清楚。

本次地震的余震主要在镇江和常州有记载,在扬州没有余震记载,甚至在松江也有“抑且有一二时而三震矣”的记录。余震的分布也支持本文地震震中在镇江附近的结论。

### 2.5 1624 年地震的发震构造

综合震中和余震的位置、本地区地震地质背景等资料,探讨了 1624 年地震的发震构造。1624 年地震的Ⅵ度等烈度线是以扬州到常州方向为长轴的略扁椭圆形,这说明本次地震的发震断裂是北西方向的断裂。

震中附近的北西向断裂为丹徒—建山断裂。镇江市活断层探测结果认为其可能与镇江多次破坏性地震相关(张鹏等,2021)。丹徒—建山断裂全长约 30km,浅层地震方法探明断裂倾向 SW,倾角在  $50^{\circ}\sim 55^{\circ}$  之间,断距为 2~7m,以正断层为主。在震中北侧有近东西向的幕府山—焦山断裂,幕府山—焦山断裂与丹徒—建山断裂有可能在长江中相交,目前没有明确的资料。根据断裂力学的观点,在此处有相对复杂的局部构造应力场。此外,后来在此附近发生过 1913 年 4 月 3 日  $5\frac{1}{2}$  级地震,这表明附近有发生 6 级左右破坏性地震的地震地质背景。



3 结语

经综合分析认为 1624 年地震的震级为 6¼级,震中位于 32.2°N、119.5°E。

对于本次地震的震中一直存在争议。本次地震的震中在覆盖层较厚的地区,6 级左右地震不会在地表留下永久痕迹,在更深的地层发现地震遗迹的可能性也很小。采用现场考察的方法确切证明本次地震震中的难度极大。

本文确定地震震中的思路是对已经发现的资料做减法,从资料可靠性的角度去掉可能影响判断结果的资料,采用可靠性较好的资料确定Ⅵ度等烈度线,结合极震区的地震地质构造,圈定了 1624 年震中的位置。本文研究是在可靠资料上进行的,并且采用地声和余震分布等资料进行了验证,结果应当比以往研究的结论有更大的可靠性。本文确定的震中和震级是与目前已知的 1624 年地震记录资料协调性最好的。

参考文献

陈新. 1997. 1624 年扬州 6 级地震考. 国际地震动态,(11):22~24.

高孟潭. 2015. GB 18306-2015《中国地震动参数区划图》宣贯教材. 北京:中国标准出版社.

国家地震局. 1977. 中国地震简目. 北京:地震出版社.

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.

江苏省地震局. 1987. 江苏地震志. 北京:地震出版社.

李善邦. 1960. 中国地震目录. 北京:科学出版社.

刘昌森,景天永,孙庆烜,等. 2002. 苏浙皖沪地震目录. 北京:地震出版社.

鄢家全,张志中,王健,等. 2011. 中国历史地震烈度表研究. 地震学报,33(4):515~531.

张鹏,许奎,范小平,等. 2021. 镇江地区主要 NW 向断裂的第四纪活动性. 地震地质,43(1):144~157.

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 2009. GB/T 17742-2008 中国地震烈度表. 北京:中国标准出版社.

## New Evidence on Epicenter of the 1624 Yangzhou Earthquake

Li Jinliang, Huang Yonglin

Jiangsu Earthquake Agency, Nanjing 210014, China

**Abstract** On February 10, 1624, or December 22 of the Tianqi Third year in Ming Dynasty, an earthquake occurred in Jiangsu Province. Yangzhou had been identified as the epicenter of the earthquake in “Chinese earthquake catalogue” which was published in 1960, which was mainly based on the historical document as “More than 380 battlements and 20 barracks of city wall had collapsed in Yangzhou”. Recently, some scholars have conducted several research on the epicenter of the earthquake. Then an official report related the earthquake were found, which provides the new data for the study. After analyzing reliability of all data, the relatively reliable historical data are chosen. By comprehensive analyzing historic data, which include human feeling, the earth’s surface deformation and the direction of earthquake sounds, etc., the earthquake sequence is also summarized. Finally the epicenter is re-determined at  $32.2^{\circ}\text{N}$ ,  $119.5^{\circ}\text{E}$ , where is considered as the epicenter of  $M5\frac{1}{2}$  in April 3, 1913 at “Zhenjiang, Jiangsu”, with the new magnitude  $M6\frac{1}{4}$ .

**Keywords:** The Yangzhou earthquake; Historic earthquake; Epicenter; *Emperor’s record of Xizhong dynasty*