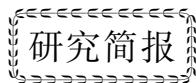


文章编号: 0253-3782(2003)03-0324-07



1597 年 10 月 6 日中国东部的振动事件是一次深源强震^{*}

高山泰 于岫嵋 朱大庆 李玉贤 张兴科

(中国长春 130022 吉林省地震局)

关键词 有感振动事件 深源强震 中国东部

中图分类号: P315.5 文献标识码: A

1597 年 10 月 6 日中国东部 7 省 22 个县记载了一次特殊的地振动事件, 当天和第三天朝鲜咸镜道三水郡记载了两次火山喷发和地震活动。由于此次振动有感范围广、烈度低、衰减慢、找不到极震区, 在当时的科技条件下无法确定震中和震源, 1983 年出版的《中国地震目录》(顾功叙, 1983) 把事件的震中定在渤海($38.5^{\circ}\text{N}, 120.0^{\circ}\text{E}$), 震级定为 7 级; 其后的《北京地震目录》中改定为 7.5 级; 有人认为该震强度估计大于 7 级(环文林, 1989); 也有人认为可能是一次很大的地震, 按有感范围规模推测可能是特大地震, 震级达 8 级(时振梁等, 1985)。笔者认为, 该事件在震级与震中、深震与浅震方面的争议, 说明了问题的复杂性, 对此进行深入讨论, 将有助于华北地区的地震活动性研究。

1 有感概况

日本海西部及我国东北部地区的深源强震在我国东部地区强烈有感, 引起世人关注。但并不是所有深源强震都有感。20 世纪以来上述地区共发生 $h > 500 \text{ km}$, $M_B \geq 7.0$ 深震 9 次, 其中只有 4 次有感, 占 44.4%。现分别介绍如下。

1940 年 7 月 10 日“新京(长春)专电, 十日下午三时许, 东北满一带发生地震, 虽系微震, 但高层建筑物最多之国都(长春)一时大哗, 此系本年度第二次大震。据中央观象台发表云, 初震系午后 2 时 50 分 15 秒, 初期微动五、六秒, 震源地系满州国(东三省)东北方面新京北方五百公里海参威之北方, 震源深度四百五十启罗(公里), 震幅〇.一四, 震动时间约一分。据云轻微地震云。盛京时报, 1940 年 7 月 12 日(二)。满州气象月报(日文), 7 月号, 1940 年”(吴戈等, 1992)。中国地震目录给出了三要素(表 1, 2)。

《盛京时报》给出的深度和地点与《中国地震目录》(顾功叙, 1983)出入较大, 笔者采用了后者的数据。

表 1 1940 年 7 月 10 日新京(长春)发生有感地震当时观测结果

地点	发震时间 时:分:秒	震度	性质	记事
新京	10:14:51	微	稍急	街上行人处处都感觉

表 2 1940 年 7 月 10 日地震三要素

发震时间 年-月-日	时:分:秒	$\varphi_N / (\text{°})$	$\lambda_E / (\text{°})$	深度/km	震级	地点
1940-07-10	13:49:55	44.00	131.00	580	7.3	黑龙江省东宁

* 2001-12-30 收到初稿, 2003-02-28 收到最后修改稿, 2003-03-27 决定采用。

此次深震由于历史条件限制只有一个点的有感资料，但从街上行人处处有感觉，与后3次比较有感范围也不会太小。笔者根据本区深震有感不是一个点，有感范围为椭圆、长轴受郯庐带主构造线控制、烈度衰减慢等特性，外推该点的有感范围为一小椭圆(图1)。

1973年9月29日中国吉林省延边地区珲春县东南几十公里的海中发生7.7级深源强震，震中位于41.8°N、130.9°E(图1)，震源深度595 km。经核实有感情况见表3。

表3 1973年9月29日珲春7.7级深震有感情况记录表

地 点	震 感 现 象	资料来源
长春	明显有感，电话询问省地震局震情；地震队进入紧急状态	吉林省地震局值班记录
吉林伊通	平房灯晃、地晃，人跑到室外	吉林省地震局值班记录
天津	天津队楼上有感，灯晃动	国家地震局值班记录
河北文安	感到晃动，灯摇摆	国家地震局值班记录
辽宁丹东	感到晃动，灯摆动	国家地震局值班记录
辽宁沈阳	大楼晃动，灯晃动，人有感	辽宁省地震局值班记录
辽宁盘锦	养鱼池水动荡，机场有感	辽宁省地震局值班记录
北京	不超过宏观烈度Ⅲ度	辽宁省地震局值班记录
其它	辽宁开原、大石桥，河北北部，山东有感	辽宁省地震局值班记录

根据上述记录和深震衰减慢的特征，笔者作出有感范围(图 1)。

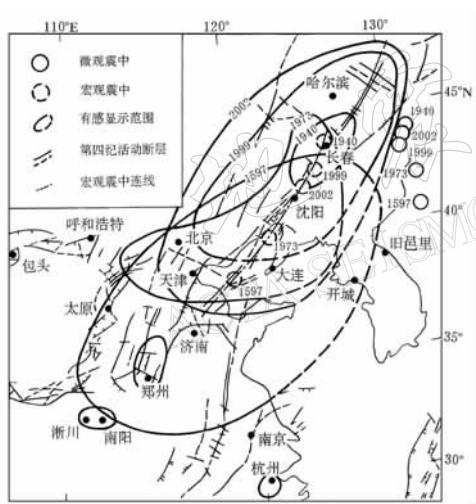


图 1 深震有感范围与活动断裂图

1999年4月8日21时10分吉林省珲春—汪清一带(43.4°N , 130.3°E)发生7.0级深源有感地震,震源深度540 km. 该震有感情况见表4, 有感范围见图1.

2002年6月29日吉林省延边朝鲜族自治州汪清县(43.5°N , 130.6°E)发生7.2级深源有感地震,震中与1999年深震仅相距25 km,震源深度相同(540 km),其有感情况见表5。本次地震后,除了电话调查外,还向县以上地震机构发出震感调查信函,获得资料比较翔实。其有感范围见图1所示。

万历二十五年八月二十六日(1597年10月6日),在中国东部七省记载了一次特殊的地震事件,记载地点有河北、辽宁、江苏、安徽、河南、山东、山西等省21个县区,而且我国的吉林省长白山、朝鲜的咸镜道也同时记到了这次事件。其记载范围见图1,有感情况见表6。中国地震目录给出了震级

(7.0 级)及地点(120°E, 38.5°N, 渤海), 认为这是一次慢地震(时振梁等, 1985). 笔者认为这是一次深源强震.

2 深震及 1597 年事件的有感特征

4次深源强震在东北南部和大华北强烈有感的现象，使我们对1597年振动事件定为“慢地震”产生异议。浅震的有感范围和等烈度线一般为围绕震中的同心圆，烈度由震中向外逐渐衰减，而我国东部地区深源强震与此大不相同。现将1597事件与4次有感深震的有感特征和宏观震中的资料提供如下。

2.1 有感显示范围的地理位置与深震震中分布

4 次有感深源强震与 1597 年渤海“慢地震”均在震中区无感，而在远离震中 $430\sim1\,020$ km，偏离板块俯冲方向约 40° （板块俯冲方向约 295° ）的东北南部和大华北强烈有感，与深大断裂郯庐带的展布区吻合。

表 4 辉春—汪清一带 7.0 级深震有感情况

地 点	震 感 现 象	资 料 来 源
吉林省四平	灯晃，床动，花盆移动，家俱响地面晃动有感	吉林省地震局
吉林省伊通	灯晃，床动，花盆移动、家俱响地面晃动有感	吉林省地震局
吉林省梨树	人有感	吉林省地震局
吉林省梅河口	地晃动	吉林省地震局
吉林省松原	楼内明显有感，烛晃，床动	吉林省地震局
吉林省辽源	有感明显，楼上灯晃，窗台花盆移动	吉林省地震局
吉林省吉林市	水杯晃动，吊灯晃动	吉林省地震局
吉林省舒兰县	室内人感晃动，吊灯晃动	吉林省地震局
吉林省桦甸县	室内人感晃动，吊灯晃动	吉林省地震局
吉林省磐石县	室内人感晃动，吊灯晃动	吉林省地震局
吉林省蛟河县	高层楼灯晃动，人感晃动	吉林省地震局
吉林省敦化县	花瓶晃倒，门晃开，灯晃动，有人不敢进屋	敦化地震台
黑龙江省	哈尔滨佳木斯大庆人有感	黑龙江省地震局
黑龙江省	牡丹江高层楼吊灯晃动，有人电话询问地震	牡丹江地震台
辽宁省	沈阳、铁岭、丹东、锦州、营口、鞍山高层楼震感强烈，人感晃动，窗户有响声，感觉振动	辽宁省地震局
辽宁省开原	高层楼居民普遍感到晃动，灯摆动，家具有响声	开原市地震局
河北省秦皇岛	高层楼居民感觉东西向晃动，少数人感到晃动	秦皇岛市地震局
内蒙古赤峰	高层楼上人感到晃动	赤峰市地震局
哲盟科左右旗	高层楼房居民感到南北晃动，听到门窗及家具响动	哲里木盟地震局
韩国	韩国火山专家说韩国有感	马明志①

表 5 汪清 7.2 级深震有感情况

地 点	震 感 情 况	资 料 来 源
吉林省长春市、吉林市、舒兰县、桦甸市、四平市、通化市、梅河口市、辽源市、松原市、延吉市、敦化市、和龙县	人站不稳感到晃动，房子晃动，沙发、电视摆动，水杯晃倒，书架、碗柜、玻璃窗有响声，有人跑向室外	长春市居民，吉林市、四平市、通化市、辽源市、松原市和延边州地震局
吉林省九台市、榆树县、农安县、德惠县、长春市双阳区、前郭县、汪清县、安图县	个别人感到晃动，不明显	长春市、前郭县、延边州地震局
吉林省珲春市	无感	延边州地震局
黑龙江省哈尔滨市、大庆市、牡丹江市、海林县、东宁市、佳木斯市、绥化市、鸡西市、齐齐哈尔市、萝北县	普遍人感地动、床晃、灯摆动	黑龙江省地震局、鸡西市、萝北县、东宁县和牡丹江市地震局
辽宁省沈阳市、法库县、铁岭市、抚顺市、大连市、锦州市、凌海市、北宁市、鞍山市、义县、黑山县、丹东市、凤城市、东港市	人感晃动、摇动	辽宁省地震局、锦州市和丹东市地震局
内蒙古通辽市、开鲁县、库伦旗、科左中旗、科左后旗、奈曼旗、霍林郭勒、赤峰市	悬挂物摆动，睡的人感到摇动	通辽市、赤峰市地震局
乌兰浩特市、包头市、科右前旗、突泉县、扎赉特旗	轻微感觉晃动	兴安盟、包头市、和音德尔地震局
河北省秦皇岛市、张家口市、唐山市、承德市、平泉县	室内灯晃，人轻微有感	秦皇岛市、张家口市、唐山市、承德市地震局
天津市	个别高层住户有轻微晃动感	天津市地震局
山东省烟台市、蓬莱市、长岛县、莱州市、威海市	个别人有感，床晃动	烟台市、威海市地震局
河南省郑州市、安阳市、濮阳市、焦作市、新乡市、南阳市	个别人感觉晃动	河南省地震局
浙江省杭州市	居民家风铃响动，有轻微震感	浙江省地震局

① 马明志. 1999. 个人交流.

表6 万历二十五年八月二十六日事件的记载

地 点	现 象	参 考 文 献
北京	晨起，忽见四壁动摇，窗楞嘎嘎有声，移时始定	明《献通考》卷三二一
北京	皇城内外卯时地动，从西北起，往东南、连震三次乃止	明《续文献通考》卷三二一
山东维县、昌县		明《万历实录》卷三一三，页四
即墨、广饶	皆震	县志，乾隆七年版卷七
维县、昌县	八月地震，越三日又震	康熙十一年版卷五
临淄	不雨，濠水忽涨，南北相向而斗。又夏庄大湾忽见潮起，随聚随开，聚则丈余开则见底	明《万历实录》卷三一三
乐安(广饶)	小清河水逆涌流	明《万历实录》卷三一三，页四
临清	砖板二闸，无风起大浪	明《万历实录》卷三一三，页四
河北宣府、蓟镇	宣府、蓟镇等处俱震，次日复震	明《万历实录》卷三一三，页四
辽宁辽阳、开原、北镇	辽阳、开原、广宁等卫俱震，地裂涌水，三日乃止	明《万历实录》卷三一三，页四
江苏涟水	安东(今涟水)，辰时地震，河渠水翻，房栋皆摇。二十七日申时又震	明《淮安府志》卷二四 《安东县志》卷十五
沛县	地震水涌，自二十六日至二十八日连三日地震，城内外诸水皆旋长旋消，若潮汐然	明《沛志》卷一，万历二十五年刊本
安徽颍上	地震河水俱沸	乾隆颍州府志
山西蒲州(永济)	池塘无风升波、涌溢三、四尺	明《万历实录》卷三一三
永济	二十八日寅时池水尽黑，流溢便地	光绪《永济县志》卷二三
蒲州、临晋、猗氏、荣河	同年井水如沸，池水自溢	乾隆《蒲州府志》卷二三
河南滑县	地震水溢。诸村坑水俱溢	《滑县志》卷四，顺治十一年刊本
杞县	地震水溢	《杞乘》卷二，万历二十七年刊本
吉林白头山	宣祖三十年八月二十六日“炮轰般的响声，同时大石头破碎而出，白头山附近发生了地震。泉水色变红，涌出了红色泥水”	《大众科学辞典》
朝鲜咸镜道山水郡	十月八日四点火山爆发，伴随地震两处城堡破坏，岩石崩落，出现浑浊泉水	日本地震史料(每日新闻社，1951)

* 宣祖——朝鲜帝

这里正是笔者根据岛弧轴线和海沟轴线的转向(上田诚也，杉林新，1970；宇津德治，1977)、深浅震震源机制解P轴走向的变化(上田诚也，杉林新，1970)、岛弧与岛弧的接点(郁曙君，吴佳翼，1984)等各种地质和地球物理场的变化与震源面破裂方向划定的深震影响扇形区(图1)。由东北向西南依次排列着1940年、1999年、1973年、2002年、1597年的深震有感范围。其宏观震中(几何中心)依次为长春、四平南、沈阳北、辽东湾、渤海湾。在有感范围内的下方均找不到引起有感的震源。1597年的“慢地震”是在无仪器记录的情况下，把振动情况记载下来，将振动的几何中心定为“慢地震”的震中(时振梁等，1985)。今天，依靠科学仪器能够准确确定这类“慢地震”就是深震，并能给出确定的震中、震源位置、深度和震级。

2.2 有感范围的重叠

1597年深震的有感范围最大，1973年深震有感范围的90%与其重合；而1999年和2002年深震的有感范围的40%与其重叠区重合，同时与1973年深震有感范围的60%重合。它们圈圈相叠，宏观震中均位于1973年深震有感范围之内(图1)。由此认为，1973年有感范围是总有感范围的中心区，也是深震对我国东北部地区影响的重点区。

2.3 有感面积广

有感面积广是深震有感最突出的特征之一。从表7可明显看出，1597年深震有感面积最大，面积达120万平方公里，对照烈度表认为这是IV度区范围，真正有感范围更大；1940年的深震根据“街上行人处处有感”，其震感强度及范围也不会太小；1973年深震有感范围为60万平方公里(资料不全)；1999年汪

清深震有感范围为 70 万平方公里; 2002 年深震有感范围为 99.5 万平方公里。4 次深震有感总面积(累加)达 349 万平方公里, 扣除重叠部分仍有 100 万平方公里。

此外, 2002 年 7.2 级深震在距震中 1 740 km 远的浙江省杭州市、2 000 km 远的河南省南阳市和淅川县、1 680 km 远的内蒙古包头市 3 处有轻微震感, 其中在河南省的郑州、焦作、新乡、安阳、濮阳等地形成约 3 万多平方公里的弱震感区, 重叠于 1597 年深震的有感范围内(图 1)。

2.4 有感范围的走向

1973 年的深震有感范围近似两个椭圆, 成 90°角一头重叠而成, 其走向先沿 N40°E 到渤海后转为近 EW 向; 1999 年和 2002 年深震为 N35°E, 到辽东湾后也有偏转的趋势; 1597 年深震为 N50°E。5 次有感范围排列的总体走向为 N40°E。

2.5 烈度低、衰减慢

烈度低、衰减慢是深源强震有感的突出特点。在 1999 年 4 月 8 日汪清 7.0 级深震的有感范围内, 北到佳木斯、南到秦皇岛、西到内蒙的开鲁、东到吉林靖宇总共 70 万平方公里的广大范围内, 都具有高层楼上人感晃动、窗户有响声、灯晃等现象, 有感强度基本一样, 烈度低, 衰减很慢, 无破坏, 无法圈定极震区, 也找不到震动中心。2002 年和 1973 年震感情况与此完全相似。1597 年震感强度略高, 除无人感记载外也完全相似。各次地震烈度估值见表 7。

表 7 我国东部地区深源强震有感特征

发震时间 年-月-日	形状	长轴 /km	面积 /10 ⁴ km ²	走向	几何中心 (宏观震中)	震动 中心	震中	震中与几何 中心距离/km	烈度 估计
1597-10-06	椭圆	1 700	120	NE	渤海湾	渤海湾	无	1 020	IV
1940-07-10	点				长春	长春	有	430	III
1973-09-29	椭圆	1 000	60	NNE	辽东湾	辽东湾	有	780	III
1999-04-08	椭圆	1 200	70	NNE	四平南	四平	有	450	III
2002-06-29	椭圆	1 400	99.5	NNE	沈阳北	沈阳北	有	540	III

2.6 引发火山喷发

1597 年深震发生的当天和第三天, 长白山附近的朝鲜咸镜道三水郡发生两次火山喷发, 并伴有强烈地震(崔钟燮, 1995)。这两次火山喷发和地震的地点恰恰位于事件的有感范围内。这种时间和地点上的一致性, 唯用这是一次强深震来解释比较合理。因为长白山火山区位于太平洋板块下插、俯冲、消减带的前缘区, 这里正是洋壳物质和上地幔物质的交换区(谢广轰, 王俊文, 1988)。在深震动力作用下, 引起深部岩浆爆发性上涌, 破坏了与上覆岩层的静压负荷平衡, 冲破上覆盖层, 形成火山喷发。通过上述讨论可看出, 1597 年渤海“慢地震”与深源强震的有感特征完全相同, 认定是一次深源强震。

2.7 微观震中与宏观震中对应迁移

深震在深震带上南北迁移, 有感范围在郯庐带上随着由东北向西南或由西南向东北转移。转移的距离与震中迁移的距离成一定比例。以最北边 1940 年有感深震震中和有感点长春为起点, 求得微观震中与宏观震中迁移距离比, 平均值为 0.44(表 8)。宏观震中向西南迁移距离约为微观震中向南迁移的 2 倍。1597 年事件宏观震中的位置正好符合这一对迁规律。由此推得: 1597 年深震的微观震中和 1940 年深震的宏观震中分别为 40.4°N, 130.7°E, 43.9°N, 125.2°E(长春)。据宇律德治等深线图推得 1597 年深震深度约 550 km。

微观震中与宏观震中的距离由东北向西南逐渐增大, 1940 年为 430 km, 1999 年为 450 km, 2002 年为 540 km, 1973 年为 780 km, 1597 年为 1 020 km。由此看出, 1597 年深震也完全符合这一对迁规律。

表8 微观震中南迁与宏观震中向西南迁移距离比值计算表

发震时间 年-月-日	微观震中南迁距离 /km	宏观震中向西南 迁移距离/km	微观震中南迁距离与宏观震中 向西南迁移距离的比值
2002-06-29	35	200	0.17
1999-04-08	60	110	0.55
1973-09-29	240	500	0.48
1597-10-06	480	850	0.56
平均			0.44

3 1597年深震震级和烈度讨论

3.1 1597年地震与1973年7.7级深震的比较

1) 有感范围的比较。1597年地震的有感范围120万平方公里,1973年7.7级深震的有感范围60万平方公里。前者是后者的2倍。显然,1597年深震的震级大于7.7级。

2) 烈度比较。笔者用中国12度烈度表与两震记载的有感现象进行对照,得出1973年7.7级深震的烈度约为Ⅲ度,1597年深震的烈度为Ⅳ度。1597年深震比1973年7.7级深震的烈度高出Ⅰ度。显然,1597年深震的震级一定高于7.7级。

3) 微观震中与宏观震中距离的比较。1973年深震的微观震中与宏观震中相距780 km,1597年深震的微观震中与宏观震中相距1 020 km,而1597年深震比1973年深震远340 km反而有感强烈、有感范围大。由此看来,1597年深震的震级一定高于1973年深震7.7级。

3.2 1597年深震与1888和1969年渤海地震有感范围的比较

1597年、1888年和1969年地震参数见表9。

表9 1597年、1888年和1969年渤海地震参数

发震时间 年-月-日	$\varphi_N/(^{\circ})$	$\lambda_E/(^{\circ})$	深度/km	震级	震中	备注
1597-10-06	38.5	120.0	550	7.5	渤海*	深度为推测,震级取自北京地震目录
1888-06-13	38.5	119.0		7.5	渤海	没有给出深度
1969-07-18	38.2	119.4	35	7.4	渤海	

* 1597年深震指的是宏观震中

笔者根据《中国地震目录》(顾功叙,1983)给出的1888年渤海地震的有感范围和1969年渤海地震的有感地区,将3次渤海地震的有感范围进行了比较(图2)。

1) 1597年深震的宏观震中与1969年地震的微观震中相距72 km,与1888年地震的微观震中相距90 km,均位于郯庐带上。

2) 1597年深震的有感面积120万平方公里,1888年浅震的有感面积64平方公里,1969年浅震的有感面积69万平方公里。1597年深震比1888年和1969年浅震有感面积大近一倍。从有感规模看,1597年震级接近8级,但浅震有高烈度区,而深震则没有。

3.3 1597年深震有感范围与华北8级以上大震有感范围比较

1597年深震有感范围与华北8级以上大震有感范围比较见表10。

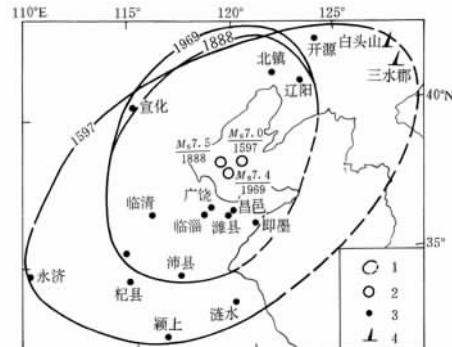


图2 1597年、1888年和1969年渤海地震有感范围比较

1. 3次渤海地震有感范围;2. 震中;3. 1597年地震有感记载地点;4. 火山喷出地点

表 10 1597 年深震有感范围与华北 8 级以上大震有感范围比较

发震时间 年-月-日	φ_N /($^{\circ}$)	λ_E /($^{\circ}$)	震级	深度 /km	地点	最高烈度	有感范围 $/10^4 \text{ km}^2$	资料来源
1556-01-23	34.5	109.7	8		华县	Ⅺ	80	《中国地震目录》, 42~48
1597-10-06	38.5	120.0	8	550	东北	Ⅳ	120	《中国地震目录》, 60
1668-07-25	35.3	118.0	8.5		莒县	ⅩⅢ	137.5	《中国地震目录》, 95~103
1679-09-02	40.0	117.0	8		三河	Ⅺ	93	《中国地震目录》, 105~109
1695-05-18	36.0	111.5	8		临汾	Ⅹ	56	《中国地震目录》, 113~115

根据历史记载, 山东莒县 8.5 级巨震的有感范围大于 130 万平方公里, 烈度高达 ⅩⅢ 度。1597 年地震记载的有感范围 120 万平方公里小于 8.5 级浅震, 却大于 8 级浅震的有感范围。根据汪素云在 1978 年给出的历史地震有感半径与震级的经验关系(时振梁等, 1990), 则推得 1597 年地震的震级大于 7.5 级。按照李善邦在 1960 年提出的历史地震震级与震中烈度对应关系(时振梁等, 1990), 1597 年地震的最高烈度只有 Ⅳ 度, 小于历史地震震级和震中烈度对应的 5 级地震, 符合深震烈度低的特性。

4 结论

通过 1597 年振动事件与 1940 年、1973 年、1999 年、2002 年深震在中国东北部有感现象的比较, 认为 1597 年振动事件是一次有感深震。

1597 年事件的有感范围规模相当一次 8 级浅震, 并在辽宁省的开原、辽阳、北镇引起地裂和涌水。与 1973 年 7.7 级深震的有感范围比较, 似乎大于 7.7 级。两次触发长白山火山爆发和强烈地震的事实表明, 1597 年深震至少是一次 7.5 级以上深震。

1597 年深源强震在渤海周围引起地震动现象的合理解释, 对中国东部地区特别是渤海周围地震的研究具有重大意义。

本文撰写得到马明志同志的帮助, 特此感谢。

参 考 文 献

- 崔钟燮. 1995. 长白山天池火山喷发历史记载资料考证, 火山作用与人类环境[M]. 北京: 地震出版社, 36~39
 顾功叙. 1983. 中国地震目录(公元前 1831~1969 年)[M]. 北京: 科学出版社, 42~48, 60, 95~103, 105~109, 113~115, 226~237
 环文林. 1989. 渤海地震活动特征[J]. 地震研究, 12(1): 1~9
 时振梁, 李群, 武宦英, 等. 1985. 中国历史上一次可能的慢地震(1597 年 10 月 6 日渤海地震)[J]. 地震学报, 7(3): 342~345
 时振梁, 张少泉, 赵荣国, 等. 1990. 地震工作手册[M]. 北京: 地震出版社, 316
 吴戈, 房贺岩, 李志田, 等. 1992. 东北地震史料辑览[M]. 北京: 地震出版社, 74
 谢广轰, 王俊文. 1988. 长白山地区新生代火山岩的化学及 Sr、Nt、P 同位素化学研究[J]. 岩石学报, 4(4): 5~13
 郁曙君, 吴佳翼. 1984. 日本海深源地震的空间分布及消减带特征[J]. 地震学报, 6(增刊): 535~539
 上田诚也, 杉林新著. 1970; 谢鸣谦, 谢鸣一译. 1978. 岛弧[M]. 北京: 地质出版社, 19~62
 宇津德治著. 1977; 陈铁成, 全莹道译. 1981. 地震学[M]. 北京: 地震出版社, 157~159, 250

THE VIBRATION EVENT OF OCTOBER 6, 1597 IN EASTERN CHINA IS A STRONG DEEP EARTHQUAKE

Gao Shantai Yu Xiumei Zhu Daqing Li Yuxian Zhang Xingke

(Seismological Bureau of Jilin Province, Changchun 130022, China)

Key words: felt vibration event; strong deep earthquake; eastern China