

沈力生, 郭志宇, 任 栋, 等. 两条历史记载的启迪对震前予位移机理和预警时间的探讨[J]. 华南地震, 2017, 37 (4): 43-47. [SHEN Lisheng, GUO Anning, GUO Zhiyu, et al. Discussion on the Pre-earthquake Displacement Mechanism and Earthquake Early Warning Time Based on Inspiration of the Two Historical Records[J]. South China journal of seismology, 2017, 37(4): 43-47.]

两条历史记载的启迪对震前予位移机理和 预警时间的探讨

沈力生¹, 郭志宇², 任 栋², 季婉婧²

(1. 广东省地震局, 广州, 510070; 2. 中国地震局兰州地震研究所, 兰州 730000)

摘要: 研究了两条历史地震的记载, 因为这两条记载对地震预测, 尤其是地震预警有着进一步探索的启发意义。一条是历史大地震的一个特有现象——震前产生的地面旋转, 文中以这个记载为启迪, 对它物理机制进行了分析, 对其是否可作为前兆指示作了探讨。另外一个历史地震记载是地震前的大动与小动之间时间的记载, 该记载为我们在大地震发生时在近场进行预警提供了一个启迪, 因为在近场中, 从震源发出的 P 波与 S 波是没有被分开的, 这时没有两个波到达的时间差, 文中对这个问题进行了初步的探讨, 以期作为极震区预警时间确定时提供参考。

关键词: 历史地震; 记载; 地旋; 波的合成; 小动到大动时间; 地震预警

中图分类号: P315.7

文献标志码: A

文章编号: 1001-8662 (2017) 04-0043-05

DOI: 10.13512/j.hndz.2017.04.008

Discussion on the Pre-earthquake Displacement Mechanism and Earthquake Early Warning Time Based on Inspiration of the Two Historical Records

SHEN Lisheng¹, GUO Zhiyu², REN Dong², JI Wanjing²

(1. Guangdong Earthquake Agency, Guangzhou 510070, China;

2. Lanzhou Institute of Seismology, CEA, Lanzhou 730000, China)

Abstract: In this paper, two historical earthquakes are studied, because these two records have implications for further exploration of earthquake prediction, especially earthquake warning. One is a unique phenomenon of the historical earthquake – the rotation of the ground produced before the earthquake, according to the record, the paper analyzed its physical mechanism, and discussed whether it can be used as a precursor to the instructions. Another historical earthquake record is the time record between the major movement and the small movement before the earthquake, the record of the earthquake in the near field provides an early warning, because in the

收稿日期: 2017-05-10

基金项目: 国家科技部公益专项(201208001), 甘肃省科技档案项目(2013-2)

作者简介: 沈力生 (1965-), 男, 工程师, 主要从事地震工程研究。

E-mail: s13802998139@163.com.

near field, from the source the P wave and S wave are not separated, then there is no time difference between the arrival of two waves, the paper does a preliminary discussion, and expects to provide reference for the determination of early warning time in earthquake zones

Keywords: Historical earthquakes; Records; Ground rotation; Wave synthesis; Small moving time difference; Earthquake warning

0 引言

丰富的历史地震档案资料是我国地震科学研究的优势所在,中国历史地震史料的记载可以追溯到公元前 23 世纪,即帝舜三十五年,此年以公元纪年是约公元前 2222 年。

在往常的地震史料整理与研究中,其出发角度多是对地震参数和地震现场灾害的恢复,以此作为依据圈定出震级及等震线,企图恢复出历史地震三要素的面貌^[1-7]。但这仅仅是恢复出来历史地震发生系列的年代表,而未对其内容及这个年代表的规律进行更深入的探讨。我们在这里将从对历史资料及年代表的发掘研究中,提取某些史料中的一些有价值的记载作为启迪及问题的提出点,进行研究,试图得出一些有益的结果。

对历史大地震前一个特有现象——震前产生地面旋转记载为启迪,研究了其可能的原因,出发点是从震源破裂前予滑产生的长周期地震波合成后产生的旋转效应来进行的,认为旋转是地震前发震断层会产生予滑,予滑就会产生长周期的慢波,发射后在合适的地点及合适的周期叠加即产生地面的旋转。这个现象对震源过程的深入研究带来一个启发的思维。另外这个现象可作为前兆的一种现象。这个历史记载是来源于 1556 年华县特大地震^[8],由于这个地震发生在内陆构造不是特别显著,以及活动不是特别剧烈的地区,因而探讨在这样的地区特大地震的孕育及发生的过程有参考意义。

另外一个历史地震记载是地震前的大动到小动之间的时间间隔的记载,而这个记载为将为我们近在地震预警中提供了启迪。因为在近场的极震区中从震源发出的 P 波与 S 波是没有被分开的,这时没有产生两个波到达的时间差。而预警是基于 P 波与 S 波的时间差来进行的。文中对这个问题的启迪意义进行了初步的探讨,以期在这个方向开展的研究对极震区的地震预警时间确定能起到作用。

1 历史特大地震记载中的地旋转现象机理探讨和预报启迪

1.1 历史特大地震记载中的地旋转现象

地旋运动的现象的历史地震记载是来自于 1556 年华县地震历史记载^[8],这些记载是来自于正史的记载,故而可靠性高,在震前约 7~8 h,在属于震中区的华阴和华县两地志书上都有记载。华县的记载是:“十二日晡时,觉地旋运,因而头晕。”华阴的记载是“十有二日,日晡地旋”。

中国古时把一天划分为十二个时辰,每个时辰相等於现在的两小时,晡时是十二时之一,又名日铺、夕食等(下午 3 时正至下午 5 时正)。

1556 年华县大地震,是中国内陆发生的最大一次地震,而且是发生在非属青藏高原这种特大挤压板块内及边缘的地震,但强度却超乎想像的大,其波及 100 多个县,它的发生机理必然与别的地方有所不同,因而对他的特殊研究有特殊价值,也许这种由特大地震所表现出来的现象,才是我们探索一点地震发生机理的苗头所在,小地震可能未必能表现出某种孕震机理上的苗头来。

1.2 史载地旋转现象 4 个原因的机理探讨及意义

针对地旋现象,它的发生机理可能有四个方面的原因造成,我们对前三个原因做一点题要性的简述,以此为启迪以期在今后进行更深入的研究。对第四个原因,进行略为详细性的简述,可作为今后研究的初步探讨方案,对其由此拓展开的预报意义和工程意义的研究进行一些讨论。对地旋产生的原因,可以分为以下四种:

(1) 我们尚未认知的,在震中区可能出现的一种生理、地球作用复杂作用而产生的,人与地球相互作用后的综合反应,包括物理的过程,也包括震前化学过程产生的生理效应,当然也包括此时感觉头晕旋转与地震的巧合,如是这个问题,其探讨超出了本文的范围,也超出了现在科学能认识程度的人手,在这里暂不做讨论。

(2) 大地震前重力场突然的加速与减速的改变,这种直接突然加速度改变,就像人坐电梯一样,不匀称的运动改变也会引起头晕的现象发生,历史上多次地震的实例已经表明了有这种情况的发生,却是比较显著的变化,但在震中区突然这种大幅度的变化,还有待地震观测的进一步证实。

(3) 另一个可能就是震源在予位移时的调整过程,相对一个发震断裂而言,在他进行予位移滑动时,错动的一盘必然在在滑动方向背离的地方产生拉空区,恰在对应的拉空区,另一对错断层盘在对应的地方正好产生挤压区,由此可想象,挤压区的物质必定扭转向拉空区,而这个过程突然发生时,就会在地面形成局部的旋钮现象,这个问题是一个复杂的过程,在这里不展开讨论研究,有待后面的文章进行研究。

(4) 震前予位移产生的长周期慢波合成产生的地面旋转,这种旋转的可能的机制,我们

研究认为是大震时断层面不同段上复杂的发波情况在地面某处相互迭加而成的利萨茹运动迹象。利萨茹(Lissajous)曲线(又称利萨茹图形、李萨如图形或鲍迪奇(Bowditch)曲线),是由在互相垂直的方向上的两个频率成简单整数比的简谐振动所合成的规则的、稳定的闭合曲线(图1)。下面我们对这个问题作较详细的论述。

1.3 震前予位移产生的长周期慢波合成产生的地面旋转

对这里所述的地旋,可以理解为是临大震前震源断层面上有两处或几处在相近的时间开始预滑,滑动速度比大震发生时的错动速度稍慢,所以各自发射的地震波周期稍长。它们的地震波分别到达地面上某处时方向不同且有一定相位差,因之合成后就相当于物理学中所说的利萨茹图形,它具有旋转运动。

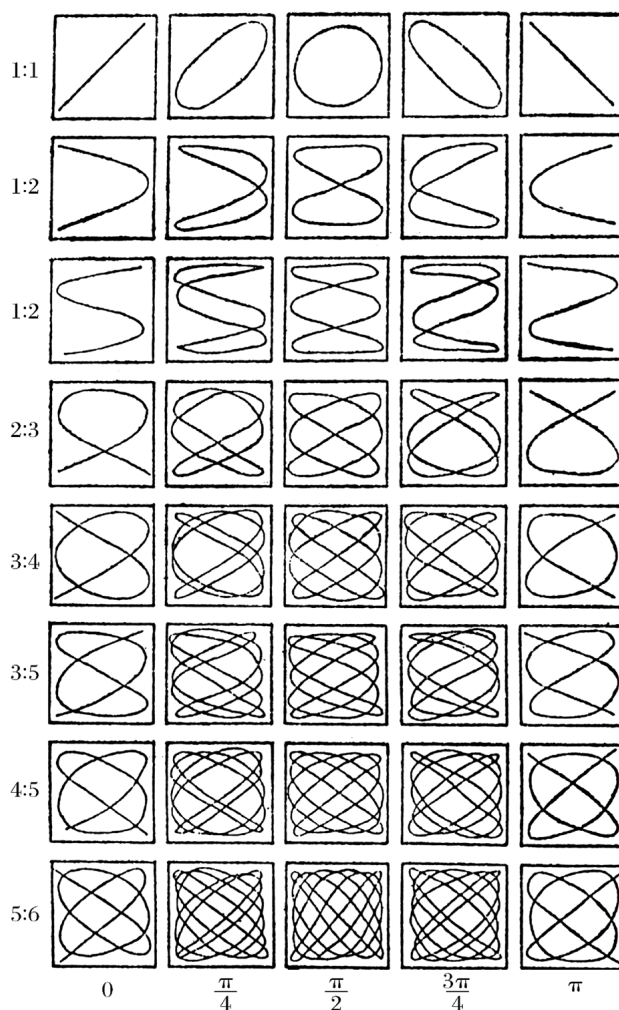


图1 各种频率比时不同初周相差的利萨茹(Lissajous)曲线

Fig.1 curves of Lissajous with different initial periods at various frequency ratios

根据医学上的研究,人脑感受旋转和感受直线运动是不同器官负责的,所以不致混为一谈。这种旋转运动只在震中区附近才出现,再远时,因两处传来的地震波射线方向近于重合,所以其迭加后不出现旋转。这一点说明,一旦观测到地旋运,则大震就在附近,这对预测发震地点是很重要的。大震断层面上相距一定距离的两处近似同时发生预滑则说明快发震的断层面也很大,因之未来是大震,这有利于地震强度预测。由于已能造成在很近时间至少两处发波,则是大断层面整体弱化形成不稳定,即快要发生大滑动前的现象,因之地旋运是临震预测的信息^[8]。

关于地旋运的前兆现象,在 1976 年唐山大震前虽未见报导,但震时震中区地面在震后发现旋转的现象存在,大震时断层面不同段上发波与震前不同两处预滑发波有类似之处,

另外文献 [6、7、8] 广泛研究了世界各地的地震前的地面旋转现象,在台湾以及日本伊豆地震中都有出现。故唐山大震时地面出现的旋转现象以及日本以及台湾地区的地震时地面旋转观测在某种程度上支持了 1556 年大震前两华地区“地旋”和“地旋运”的记载。

对地面旋转有成因第二作者早期亦有研究^[9],其利用的还是利萨茹的合成原理,对此问题在这里不做展开,它是属于在强震时断层面不同点在破裂的先后时间不同后发出的地震波在远方叠加后形成的地面旋转现象,因为是强震动叠加后对结构抗震的旋钮破坏作用问题因而对工程有着意义。在这里不做展开讨论。

3 历史记载中大地震前震动先小后大时间间隔

根据我国历史上大地震的记载,大振动开头都有一段小动的时间、这个时间约有几秒到十几秒不等。1556 年关中大震时秦可大写的地震记是较早对地震波动先小后大现象的详细描述。这种“先小”是大震发生时断层先从一处快速破坏传出的地震波,然后大错动发生,强烈地震波到达地表,这就是“后大”。地震系统在 1986 年编写《地震对策》一书时也参考了 1556 年关中大震时波动的“先小后大”,并考虑了一些理论研究^[10],这是人们临震急避的地震学依据和防止地震伤亡的最后机会。也是现在要进行预警时在震中区如何操作的现实问题。

对于 1556 年 1 月 23 日陕西关中大地震(大于 8 级),当时位于重破坏区的秦可大在地震记中写道:“是夜,予自梦中摇憾警醒。身反复不能贴褥,闻近榻器具,若人推堕,屋瓦暴响,有万马奔腾之状。初疑盗,继疑妖祟,俄顷间,头所触墙,划然倒矣,始悟之,此地震也。”

对于 1679 年 9 月 2 日三河平谷大震(8 级)地震,当时在震中区的任塾在地震记中写道:“余公事毕,退西斋假寐、若有人从梦中推醒者,视门方扁,室内阒无人,正惘恍间,忽地底如鸣大炮,继以千百石炮,又四远有声……余知为地震。”

在 1976 年 7 月 28 日唐山大震(7.8 级)时,几位地震工作者把身体用被子裹住钻入床下、然后床被砸坏而死去。

由以上事例来看,大动开始时是小动。以震源物理的角度来看,断层错动也是先小后大而进行的过程。

综合震例记载,可认为感到小动后约 10~13 s 左右的时间内是躲震的有利时机。住平房的人在此时间内应向外跑,在高楼上的人应急找有支撑的地方躲起来。由于这个问题极为重要。有人认为“小动”是大震发出的纵波,“大动”是大震发出的横波和面波。在 1986 年编写地震对策时把上述震源过程和波动的时差一并考虑提出了一个大约 10~13 s 的时间。因而,对于大地震前震动先小后大时间的综合确定时,从现代地震观测的地震记录仅是考虑后一个方面,还要综合大地震发生时的真实记载才能最合理科学的确定这个预警时间差,原因是,之所以不单从大震发出的纵波和横波时差去考虑,是因为在震中区可能纵波和横波还没有分开,而是一种混合运动,震中距再大时,它们才分开。另外面波在一定的震中距之外才产生。这也启发我们要从震中区分析一些强震记录来判别这个小动到大动的时间差,为震中区的预警提供技术支持。

4 结语

以震前地面旋转记载的现象为启迪,对其物理机制进行了分析探讨。认为可能是震前位移产生的长周期慢波,当发射到地表时会合成产生的地面旋转,其机理来源于波的合成与叠加的理论。历史记载该现象是发生在极震区的,因而可把这个现象作为确定极震区的前兆指标之一,但是存在的问题是在极震区发生的这种旋转的前兆

记载特别小,但启迪是,若是由于在大地震发生前震源断层面上予位移会产生的长周期慢波,那么就可以在重点监视地区进行这种予位移产生的长周期慢波来预测地震的发生,这是本文基于前述文献研究的基础上的新结论之一。

对于历史地震记载中提到的地震前由小动与大动之间时间间隔的记载,这个记载为将我们大地震发生在近场进行地震预警提供了一个启迪,因为在近场中从震源发出的P波与S波是没有被分开的,这时没有产生两个波到达的时间差,文中对这个问题进行了初步的探讨,以期对极震区预警时间的确定提供参考。由于这个时间差不是P波与S波速度之差引起的,因而就需要对它进行专门的研究,包括应用现代强震观测仪器以及现代各种观测对这个震时时间差的确定,这是本文的第二个基于前述文献研究基础上的更进一步的结论。

最后要讨论的问题是,我们认为地震时间的预测应是对未来需要预报的时间点不断逼近拦截的过程,而非要求回答是否在一个时间段是否会发生地震的这种提问及回答。在对大地震未来时间预测的不断逼近拦截的过程中,我们认为借助于传统与非传统的方法结合,效能会得到提高,对于我们研究的方法,可以认为是机理上偏于传统方法,在方法偏于非传统方法,在近年的中强地震的震例中,尤其在近年,我们都有较为系统连续的预测研究^[11-16],借助于这些方法再结合传统的预测方法,采取不断逼近的方法,在地震发生最大可能时间点的日期上进行拦截,即就是预测失败,在最后的时刻进行预警,而尤其关注本文提出的预警时间问题,将能有效减轻地震灾害的程度,这是本文第三个结论。

参考文献:

- [1] 张志中,潘华,鄢家全,等. 历史地震之余震参数的复核方法[J]. 中国地震,2009,25(02):159-169.
- [2] 雷中生,袁道阳,郑文俊,等. 756年张掖-酒泉地震考,西北地震学报,2012,34(1):72-78
- [3] 谭毅培,陈棋福. 利用宏观烈度资料估计历史地震震源参数的研究概述[J]. 地球物理学进展,2012,27(06):2384-2394.
- [4] 蔡副全. 1879年武都南8级地震新资料的发现与应用[J]. 地震工程学报,2013,35(2):311-321
- [5] 蒋晓春,余小洪,马莉. 中国地震考古学发展述评[J]. 西华师范大学学报(哲学社会科学版),2013,34(02):28-32.
- [6] 张炜超,郭安宁. 1477年银川地震考证研究[J]. 地震工程学报,2014,36(03):674-681.
- [7] 袁道阳,杨青云,雷中生,等. 四川北部地区三次中强历史地震补充考证[J]. 地震工程学报,2016,38(2):226-235
- [8] 郭增建,郭安宁,张炜超,等. 1556年华县8(1/4)地震历史记载的地震科学价值研究[J]. 地震工程学报,2014,36(2):281-285
- [9] 郭安宁. 强震近场地面旋转运动的讨论[J]. 西北地震学报,1989,10(S):17-21
- [10] 郭增建,陈鑫连. 地震对策[M]. 北京:地震出版社,1986.
- [11] 郭安宁,郭增建. 2012年6月30日新疆新源、和静交界 M_s 6.6地震的中期粗略预测[J]. 内陆地震,2013,27(04):291-294.
- [12] 郭安宁,郭志宇,赵乘程,等. 2013年甘肃岷县漳县 M_s 6.6地震及短临前兆的显现[J]. 地震工程学报,2015,37(4):981-985.
- [13] 郭增建,郭安宁,吴建华,等. 2015年10月26日阿富汗 M_s 7.8地震发生时间的回顾性预测[J]. 地震工程学报,2015,37(4):1123-1128.
- [14] 郭安宁,郭增建,任栋,等. 磁暴二倍法与异年倍九法想配对强震时间短临预测的震例验证研究[J]. 地震工程学报,2015,37(S2):152-156.
- [15] 郭安宁,郭增建,任栋,等. 2013年甘肃岷县-漳县 M_s 6.6级地震及非传统方法的回顾性预测讨论[J]. 华南地震,2016,36(2):56-59.
- [16] 郭增建,郭安宁,李健梅,等. 基于汶川地震震例用震兆共迁方法对地震预测的讨论[J]. 华南地震,2016,36(4):8-13.