

本刊编辑部.首次中国地震预报探索及海原断裂发现 60 周年[J].地震工程学报,2018,40(6):1396-1400.doi:10.3969/j.issn.1000-0844.2018.06.1396

Editorial Department of China Earthquake Engineering Journal,60th Anniversary of the First Earthquake Prediction in China and the Discovery of Haiyuan Fault[J].China Earthquake Engineering Journal,2018,40(6):1396-1400.doi:10.3969/j.issn.1000-0844.2018.06.1396

首次中国地震预报探索及海原断裂发现 60 周年

本刊编辑部*

中图分类号: P315

文献标志码: B

文章编号: 1000-0844(2018)06-1396-05

DOI:10.3969/j.issn.1000-0844.2018.06.1396

60th Anniversary of the First Earthquake Prediction in China and the Discovery of Haiyuan Fault

Editorial Department of China Earthquake Engineering Journal

谨以此文纪念 1958 年中国政府进行的首次地震预报探索的考察 60 周年,纪念在这次考察中首次发现的著名的海原大断裂 60 周年。

1956 年(地震预报列入国家科学技术远景规划)

新中国成立后,中国进行地震工作的新起点是在 1952 年。这个时期地震科学最大的进步是完成了中国第一代地震烈度区划工作,为了完成这个工作,对中国历史资料中地震部分进行了整理汇编,这为早期的地震预报研究者打下很好的历史地震资料的基础,对从宏观角度研究认知地震预报有了实例与震例的经验。

而 1956 年的时间节点具有里程碑的意义,即在国务院制订的《1956 年—1967 年科学技术发展远景规划纲要(修正草案)》第 33 项中:中国地震活动性及其灾害防御的研究一节,提到:还需要开展地震规律和地震预告方法的研究。这标志着地震预报首次纳入中国的国家远景科学规划中。

1958 年(中国首次进行地震预报探索的考察)

把这个远景规划付诸现实行动,以政府规模行

动进行地震预报研究的,则是从 1958 年首次进行的国家地震预报考察为始的。

1958 年是大跃进之年,同年 8 月,中科院地球物理研究所地震研究室郭增建等人的“大跃进”思想是提出要搞地震预报。这个要求得到了组织的认可,中科院地球物理研究所地震研究室遂筹备并开展了这项地震科学考察工作,派出了由郭增建、蒋明先、刘成吉、赵荣国、安昌强和王贵华等 6 人组成的“地震预报考察队”又称“民间取经队”,到 1920 年发生过 8.5 级大震的地方去考察,名义是向民间取地震预报之经,实际是考察震前的宏观前兆现象。

这是继翁文灏等人之后,又一次对海原地震的考察,但是与前人不同的是,这次为我国首次研究地震预报背景下的考察,重点是 1920 年发生过 8.5 级大震的西吉、海原和固原(简称西海固)地区地震前兆的调查。调查的方法主要是通过民间访问地震宏观前兆、查阅县志等,调查内容为海原大地震前出现的各种宏观前兆现象。

这支考察队翻山越岭、跨沟渡河,历时一个多月,取得了较丰富的第一手资料。1958 年考察后,考察队 6 人在兰州观象台进行总结。郭增建执笔撰

写了考察报告《1920年甘肃大地震》,在总结报告中概之为:①前震;②地震前地下水的变化;③地震前的声音;④地震前的发光现象;⑤大震前动物的异常现象;⑥地震前小孩的动态;⑦地震前的天气;⑧大地震伴随的一些其他现象。我国民间所知道的宏观前兆,在这次地震考察后基本上已经明确了。

《当代中国的地震事业》^①一书对这次考察的评价是:“中国科学院地球物理研究所组织了地震预报考察队,赴西北近期发生过大地震的地区进行考察,着重调查前兆现象。通过对1920年海原地震、1954年山丹地震以及贺兰山地区地震的调查,分析研究了大地震的地震活动、震中迁移、前震活动等,搜集了有关地声、地光、地下水位的变化、动物异常以及气象异常等多种宏观前兆现象。此次撰写的大地震考察报告,成为中国地震预报的早期文献。”

而在文献[1]中,针对这次考察是这样评价的“1958年9月中国科学院地震预报考察队赴西北地震现场调查地震前兆现象,调查中虽然发现了一些震前出现的宏观现象,但是很难肯定它们就是地震前兆,即使是前兆,怎样在震前观测到也存在着很多困难,此次地震预报考察是探索短期预报的第一次重要的科学实践,其总结的前兆现象不仅在当时,而且对以后地震预报工作也有重要科学价值”。

这次考察的科学价值是基本上建立了地震预报的宏观前兆系列。也是从中国发生过地震的地方考察地震宏观的前兆特点。而形成的考察报告也是傅承义、郭增建等人在1966年前撰写稀有的地震预报论文时,起了重要的实际考察资料的参考。如傅承义有关地震预告的论文^[2],及1964年郭增建根据1958年地震预报考察时所收集的有关资料,发表了我国第一篇用地下水预报地震的论文^[3]。

另外它在1966年中国政府启动地震预报研究工作后,对寻找地震预报方法起了有效的引导作用。

1958年(海原地震破裂带的首次发现)

对1920年海原地震的首次考察是由翁文灏等人于1921年4月进行的,但这次科学考察,重点是在灾情调查方面。与此同时,国际饥饿救济协会的J·W·霍尔(J·W·Hall)、U·克劳斯(U·Clo-rmik)、E·麦克考尔密克(E·Mcormik)等也曾到震区调查,但由于当时的条件所限,这次考察翁文灏等人虽然在地震地质方面提出了很多非常有意义的见解,但是没有发现著名的海原大断裂带。

海原8.5级地震破裂带首次发现是在1958年的这次考察,当时考察队重点调查的是西海固地区,从固原走到海原进行地震前兆调查时,郭增建和王贵美在这里发现了1920年海原地震地裂缝带。这是一条由李俊堡南至干盐池的地震断裂带。这一断裂带穿山越谷,不受任何地形影响,按一定的方向延伸,其整体走向约为北西向,长约100 km。另外他们首次发现了干盐池湖泊在地震时向北迁移的这一巨大地壳形变现象^[4]。



图1 1958年拍摄于宁夏海原县,郭增建时任考察队的负责人(右二)

当海原大断裂带被发现后,海原大地震和海原活动断裂带引起了中外科学家的极大兴趣。由于地处西北特殊植被地区,大地震造成的断裂、滑塌、地裂缝、鼓包凹陷等地表形变遗迹,历经几十年沧桑仍保留完好。全球地震学家共同认为海原大断裂是一部活的地震活断层研究的教科书,是地震遗迹博物馆,先后有日本、美国、原苏联、加拿大、泰国等多国专家来到这里从事地震考察和观摩。

1978年后,中国迎来了改革开放的新时代。同年10月全国科学大会的召开宣告了科学春天的到来,针对海原大地震的研究也如火如荼地展开了。首先的一个行动是在1979年,国家地震局兰州地震局研究所和宁夏回族自治区地震队在银川召开了“1920年海原地震学术讨论会”,对这次地震的有关问题进行了研究讨论^[5]。更重要的是针对先前国家地震局兰州地震研究所等地震部门到震区考察结果,编写出版了专著《1920年海原大地震》一书^[4]。这是对海原大地震研究的首部专著,全书在郭增建

① 当代中国丛书编委会,当代中国的地震事业[M].北京:当代中国出版社,1993:197-332.

的指导下完成。

大量有关海原地震的研究文献在各类刊物上发表。《西北地震学报》(1979 年创刊)也在 1980 年立即发表了《纪念海原大震 60 周年》一文,在文中提到“发挥西北地震工作的优势,形成具有我国自己特色的地震科学,大西北开展地震科学研究的良好场所”。而海原大地震作为西北地震科学家研究的重要科学战场,占有地域优势的西北学者在《西北地震学报》上发表了相当数量的研究论文^[6-36]。

20 世纪 80 年代后,海原活动断裂带项目的研究列入国家地质所和宁夏地震局的研究专项。专家历时 4 年,在取得了重大科研成果的基础上,由邓起东院士作为指导人完成并出版了《海原活动断裂带》专著^[37]。该书是国家地震局组织的中国活断层研究专辑之一,是对海原活动断裂带研究工作的一个全面的总结。而在其他期刊,有关海原地震的研究文献也大量出现^[38-63]。

1920 年海原大地震成为中国地震科学的两个起点,第一个起点是翁文灏等人在 1921 年的考察开创了地震以现代科学考察的先驱,第二个起点是 1958 年以郭增建等人率领的考察队在这里开始了中国地震预报的探索,海原成为中国地震预报的发祥地。

1906 年美国旧金山大震后,研究者从圣安德列斯断层出发,创建了“弹性回跳”学说。而海原大地震发生在大陆内部,如何能积累这样巨大的能量?它的能源从何而来?这是世界地震学的难题,而造成巨大地震灾害的正是 8 级地震,中国是一个板内 8 级大地震多发的区域,因而可以这样设想,由于地震是一个观测和理论相结合的经验推演的学科,针对特大地震的成因的探明及达到预报的突破,将来很可能是在中国首先实现的。

我国地震预报的历程以 1958 年海原地震考察为起点,距今已经整 60 年了。虽然地震预报至今依然是未解的世界性难题,但是对于 1921 年首次海原地震考察以及 60 年前的 1920 年海原 8.5 级地震考察为我国地震事业里程碑的起点的纪念,不仅是我们得到了科学的财富,更重要是我们得到了精神的财富,它鼓励着我们面对这世界性的难题——地震预报,孜孜不倦地一代又一代地努力探索下去。

最后,谨以此文纪念对海原大地震研究作出卓越贡献的两名地震学家,他俩都是本刊学术指导委员会的委员:

郭增建(1931—2017 年 12 月 11 日),中国进行地震预报的探索是从他率队进行的海原地震考察开始的,在这次考察中他首次发现了著名的海原大断裂,并指导出版了第一本海原大地震的专著《1920 年海原大地震》(1980)。

邓起东(1938—2018 年 11 月 6 日),最早完整系统地研究了海原活动断裂带全部的活动属性,代表论著是《海原活动断裂带》(1990)。

两位地震学家一生情系海原大地震,在其最后生命的倒计时,都心系海原大地震和地震事业^[64-65]。

参考文献(References)

- [1] 张国民,张晓东,吴荣辉,等.地震预报回顾与展望[J].国际地震动态,2005(5):39-53.
- [2] 傅承义.有关地震预告的几个问题[J].科学通报,1963(3):30-36.
- [3] 郭增建.地震发生前的地下水位变化[J].地球物理学报,1964(3):223-226.
- [4] 国家地震局兰州地震研究所,宁夏回族自治区地震大队.一九二〇年海原大地震[M].北京:地震出版社,1980.
- [5] 《西北地震工程学报》编辑部.“一九二〇年海原地震学术讨论会”在宁夏银川召开[J].西北地震学报,1979,1(2):94-73.
- [6] 《西北地震工程学报》编辑部.纪念海原大震六十周年[J].西北地震学报,1980,2(4):1-2.
- [7] 宁夏回族自治区地震队.1920 年海原特大地震的孕育特征[J].西北地震学报,1979,1(1):2-7.
- [8] 冯学才,刘庆民.1920 年 12 月 16 日海原 8.5 级地震补遗[J].西北地震学报,1982,4(3):119-121.
- [9] 向光中.1920 年海原大地震与构造关系的讨论[J].西北地震学报,2001,23(1):92-98.
- [10] 陈家超,冯霞英,孙振家.一九二〇年海原地震强烈原因的探讨[J].西北地震学报,1985,7(增刊 1):159-162.
- [11] 孙崇绍.从海原大震看我国特大地震的震害特点及应从中吸取的对策经验[J].西北地震学报,1992,14(增刊 1):23-27.
- [12] 刘百箴,周俊喜.海原活断层研究[J].西北地震学报,1986,8(3):79-89.
- [13] 刘百箴,袁道阳,何文贵,等.海原断裂带西端强震危险性分析[J].西北地震学报,1992,14(增刊 1):49-56.
- [14] 姜大庸,陈文彬,石雅缪.海原活动断裂的地壳脱气作用[J].西北地震学报,2000,22(4):447-451,464.
- [15] 徐叶邦.海原活动断裂中断层泥的特征、成因及其对断层滑动性能的影响[J].西北地震学报,1986,8(1):75-90.
- [16] 杨立明,王振亚,程建武,殷志钢,祁连一.海原地震带中强地震序列类型分布及其应用[J].西北地震学报,2001,23(2):137-141.
- [17] 滕建中,秦保燕,郭安宁.1920 年海原 8.5 级地震对兰州地区的减震作用[J].西北地震学报,1997,19(4):95-97.
- [18] 周尽.海原断层系的分形研究[J].西北地震学报,1991,13(3):78-85.

- [19] 孙世清,张玉芳,王静波.1998 年海原 4.7 级地震前平凉地区的前兆异常及观测资料的映震能力检验[J].西北地震学报,1999,21(3):340-342.
- [20] 周俊喜,刘百箴,李玉龙.1920 年海原 8.5 级地震断层晚更新世以来活动特征的初步研究[J].西北地震学报,1983,5(增刊 1):59-64.
- [21] 贾素娟.1920 海原大地震余震质疑[J].西北地震学报,1983,5(增刊 1):72-74.
- [22] 胡亚轩,崔笃信,张希,等.用 GPS 数据反演分析海原断裂带分段活动特征[J].西北地震学报,2009,31(3):227-230.
- [23] 荣代潞.海原西断层松山附近地区微震尾波 Q 值——中法合作数字微震监测台(网)应用之一[J].西北地震学报,1997,19(3):26-31.
- [24] 王振声,肖丽珠,曹克信.海原 5.5 级地震序列活动特点[J].西北地震学报,1983,5(增刊 1):10-13.
- [25] 李孟奎,赵知军,王一宽.海原 5.5 级地震的活动特征[J].西北地震学报,1983,5(增刊 1):6-9.
- [26] 杨明芝,张文孝.海原 5.5 级地震前兆异常特征及预测预报的经验教训[J].西北地震学报,1983,5(增刊 1):16-21.
- [27] 李海华.海原 5.5 级地震前兆的初步总结[J].西北地震学报,1983,5(增刊 1):22-30.
- [28] 赵志新,王仕明,吴德珍.海原 5.5 级地震地磁前兆分析[J].西北地震学报,1983,5(增刊 1):35-39.
- [29] 张文晔,姚庆春,杨淑英,等.海原 5.5 级地震前后水气和水动态资料分析[J].西北地震学报,1983,5(增刊 1):31-34.
- [30] 查小刚,田植甲,贾云鸿,等.海原 5.5 级地震宏观考察初步总结[J].西北地震学报,1983,5(增刊 1):48-55.
- [31] 廖玉华,潘祖寿.海原 5.5 级地震发震构造的讨论[J].西北地震学报,1983,5(增刊 1):44-47.
- [32] 陈爱玲,赵淑兰,吕德徽.西海固地区构造应力场特征及其与地震活动性的关系[J].西北地震学报,1981,3(2):31-38.
- [33] 李孟奎,赵知军.宁夏地区的震源机制与应力场[J].西北地震学报,1981,3(4):49-55.
- [34] 刘晓红,方亚如,蔡戴恩,等.海原断裂带断层泥摩擦特性的研究[J].西北地震学报,1986,6(3):50-54.
- [35] 葛民,环文林,王世平,等.1920 海原大地震的构造形变带和地震断层带的特征[J].西北地震学报,1988,8(增刊 1):64-68.
- [36] 刘建生,韩文峰,刘小凤,古浪、老虎山及海原活断层断层泥中石英颗粒的显微构造特征及其地震意义[J].西北地震学报,1992,14(增刊 1):106-112.
- [37] 国家地震局地质研究所,宁夏回族自治区地震局.海原活动断裂带[M].北京:地震出版社,1990.
- [38] 郭增建,秦保燕,冯学才.从地震孕育模式讨论大震前的地下水变化[J].地球物理学报,1974,17(2):99-10.
- [39] 国家地震局兰州地震大队,宁夏回族自治区地震队.1920 年 12 月 16 日的海原大地震[J].地球物理学报,1976,19(1):42-49.
- [40] 国家地震局.中国地震烈度区划工作报告[R].北京:地震出版社,1981.
- [41] 国家地震局地质研究所.亚欧地震构造图(1:800 万)和说明书[M].北京:地图出版社,1981.
- [42] 陈志泰,腾瑞增,吕田保,等.海原大震与断裂活动[M]//中国活动断裂.北京:地震出版社,1982.
- [43] ZHANG Weiqi, DENG Qidong, BURCHFIEL B C, et al. Active Faulting and the Formation of a Pull Apart Bas in along the Westem Part of the Haiyuan Fault [J]. China EOS TransAm Geophys Union,1983,64:861.
- [44] 宋方敏,朱世龙,汪一鹏,等.1920 年海原地震中的最大水平位移及西华山北缘断裂地震重复率的估计[J].地震地质,1983,5(4):29-38.
- [45] DENG Qidong, SONG Fangmin, ZHU Shilong, et al. Active Faulting and Tectonics of the Ningxia Hui Autonomous Region[J].China Journal of G,1984,Res89(B6):4427-4445.
- [46] 程绍平,彭贵,李洪春.宁夏海原南华山北麓断裂带的冲沟错断与 8.5 级强震重复率[J].地震地质,1984,6(4):25-37.
- [47] 邓起东.中国几条活动断裂的运动机制、滑动速率和地震重复性研究概述[J].国际地震动态,1984(3):5-8.
- [48] 陈社发,邓起东.南西华山断裂带中拉分盆地的构造组合及其演化模式[J].现代地壳运动研究,1985(1):98-106.
- [49] 刘百箴,周俊喜.海原活断层上的史前大地震[J].地震地质,1985,7(4):11-21,89.
- [50] 李孟奎,赵知军.宁夏地区现代构造应力场及其与地震活动的关系[J].地震研究,1986,9(3):299-314
- [51] 谢原定,汤泉,张思源,等.海原地震断裂带西端黑色黏土矿物成分的鉴定及其成因[J].中国地震,1986,2(2):79-83.
- [52] ZHANG Weiqi, JIAO Decheng, ZHANG Peizhen, et al. Displacement along the Haiyuan Fault Associated with the Great 1920 Haiyuan China Earthquake[J].Bulletin of the Seimological Society of America,1987,77(1):117-131.
- [53] 邓起东,张维歧,汪一鹏,等.海原走滑断裂带和 1920 年海原地震断层基本特征及其形成机制[J].现代地壳运动研究,1987(3):211-221.
- [54] ZHANG Peizhen, MOLNAR P, BURCHFIEL B C, et al. Bounds on the Holocene Slip Rate of the Haiyuan Fault[J]. North Central China, Quaternary Research, 1988, 30: 151-164.
- [55] ZHANG Peizhen, MOLNAR P, BURCHFIEL B C, et al. Bounds on the Average Recurrence Interval of Major Earthquakes Along the Haiyuan Fault in North Central China[J]. Seismological Research Letters,1988,59(3):81-89.
- [56] 邓起东,张维歧,张培震,等.海原走滑断裂带及其尾端挤压构造[J].地震地质,1989,11(1):1-14.
- [57] DENG Qidong, ZHANG Weiqi, ZHANG Peizhen, et al. The Haiyuan Strike Slip Fault Zone and the Compressional Structures at it Send[J]. Earthquake Research in China, 1989, 3(1):29-43.
- [58] 环文林,葛民,常向东.1920 年海原 8 级大地震的多重破裂特征[J].地震学报,1991,13(1):21-31,139.
- [59] 冉勇康,段瑞涛,邓起东,等.海原断裂高湾子地点三维探槽的开挖与古地震研究[J].地震地质,1997,19(2):97-106.
- [60] 郭增建,吴瑾冰.海原大震的历史意义及大震减灾对策的讨论·纪念海原地震 80 周年[J].国际地震动态,2000(12):1-4.

[61]

吴建华.八十年前的一瞬间:记 1920 年海原大地震[J].档案,2001(5):12-13.

[62]

张培震,闵伟,邓起东,等.海原活动断裂带的古地震与强震复发规律[J].中国科学(D辑),2003,33(8):70.

[63]

刘静,徐锡伟,李岩峰,等.以海原断裂甘肃老虎山段为例浅析走滑断裂古地震记录的完整性:兼论古地震研究中的若干问题[J].地质通报,2007,26(6):650-660.

[64]

郭安宁,郭增建.汶川地震与大地震预测探索[M].西安:西安地图出版社,2018.

[65]

邓起东,在科学研究的实践中学习和进步——纪念海原大地震 90 周年,为地震预测和防震减灾事业而努力[J].地震地质,2011,33(1):1-14.

(上接第 1383 页)

[8]

MATARAZZO T,PAKZAD S N.Stride for Structural Identification Using Expectation Maximization:Iterative Output-only Method for Modal Identification[J].Journal of Engineering Mechanics,2016,142(4).

[9]

JAMES G H,CARNE T G,LAUFFER J P.The Natural Excitation Technique (NEXT) for Modal Parameter Extraction From Operating Wind Turbines[R].Sandia Report;Sandia National Laboratories,Albuquerque,NM,1993.

[10]

CHANG M,PAKZAD S N.Observer Kalman Filter Identification for Output-only Systems Using Interactive Structural Modal Identification Tool Suite (SMIT)[J].Journal of Bridge Engineering,2013(10):1-11.

[11]

LJUNG L.System Identification:Theory for the User[M].(2nd ed.).New Jersey:Prentice-Hall Inc,1999.

[12]

RAUCH H E,TUNG F,STRIEBEL C T.Maximum Likelihood Estimation of Linear Dynamical Systems[J].Journal of AIAA,1965,3:1445-1450.

[13]

DEMPSTER A P,LAIRD N M,RUBIN D B.Maximum Likelihood from Incomplete Data via the EM Algorithm[J].Journal of the Royal Statistical Society.Series B (Methodological),1977,39(1):1-38.

[14]

WU CFJ.On the Convergence Properties of the EM Algorithm[J].Annals of Statistics,1983,11(1):95-103.

[15]

KAILATH T,SAYED A H,HASSABI B.Linear Estimation[M].Upper Saddle River,NJ;Prentice-Hall,2000.