

郭增建. 1976—2012 年地震预报的研究与认识[J]. 地震工程学报, 2018, 40(增刊): 223-227. doi: 10.3969/j.issn.1000-0844.2018.Supp.223

GUO Zengjian. Research and Cognition of Earthquake Prediction from 1976 to 2012[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2018, 40(Supp): 223-227. doi: 10.3969/j.issn.1000-0844.2018.Supp.223

编者按:郭增建先生在其科学研究的实践之中,笔耕不辍是他的最大特点。在他写作论文和得出方法以及作出预测后,都会产生两篇文章,一篇是正式发表的文章(或正式预测结果),一篇是文章论点产生的所思所想(产生预测结论时的思考与决策过程),这是其他学者所少有的。论点产生的所思所想的过程也有相当高的附加价值:一是档案价值,二是传承的价值,三是对研究结果更深认识的价值。2012 年郭增建系统地总结了学术认识思想史,其可分为三段,三段总结各有侧重点,我们在这里无删节地进行编辑,以期对今后的学术研究和预测产生有益的启迪作用。

1976—2012 年地震预报的研究与认识^①

郭增建

(中国地震局兰州地震研究所, 甘肃 兰州 730000)

中图分类号: P315 文献标志码: B 文章编号: 1000-0844(2018)增刊-0223-05
DOI: 10.3969/j.issn.1000-0844.2018.Supp.223

Research and Cognition of Earthquake Prediction from 1976 to 2012

GUO Zengjian

(Lanzhou Institute of Seismology, CEA, Lanzhou 730000, Gansu, China)

1976 年唐山大震后,我在深思和回顾以往在研究地震成因和预报地震中有什么不足,以期在今后的地震预报中改进并发挥作用。众所周知,进行地震预报要研究震源的变动以及研究这种变动引起的前兆表现,前者属于震源模式的范畴。

作为震源孕育模式来说,我以往对水平构造力作用形成的震源和垂直构造力作用形成的震源是分开讨论的,应当从力的合成角度来考虑我国震源的形成才合适,这样才能更符合中国大震的有关表现,于是研究提出了叠加模式(1977 年)。另外,我又考虑到以前人们所说的断层错动形成地震的观点也过

于笼统。因为地质断层一般都有几万年到几十万年的活动历史,它们不知错动过多少次了,断层面的凹凸不平早已被粉碎而成为断层泥,再加上地面和地球深部水的浸入,这样就很难再锁住积累的能量而发生大地震了,然而已发现的大震却大都发生在断层带上,这又如何解释呢?这就需要研究活动断层再锁住的机制。对此,我于 1985 年提出了立交模式来解释这个问题。还有,过去人们讨论断层发震是单个断层考虑的,但如有两个断层平行而相距不远或呈垂直关系时,它们中一条发生大震对另一条以后发震有什么影响?遂于 1984 年提出了减震加

收稿日期: 2018-01-20

作者简介:郭增建(1931—2017),研究员,原中国地震预测咨询委员会主任,原中国地球物理学会天灾预测专业委员会名誉主任,原国家地震局兰州地震研究所所长,名誉所长。

①此文完成于 2012 年 4 月 28 日

震的几条准则。再者,以往由断层分段求将来发震时的最大震级时,如果这条断层有横断层全交汇或单侧交汇,它对分段有什么影响?于是在1983年提出地震时始破裂点位置与分段、长度的关系。对于水库地震人们用库水浸入地下断层使断层易于滑动来解释其成因。但据有的学者的实验,象水库地震因震源较浅,在此深度上围压较小,断层本不易锁住滑动,水浸入后则有利于断层的滑动。水库小震和主震却也是在水库蓄水后发生的,这恐另有成因机制,对此提出用组合模式和像力观点结合来解释(1985年)。而组合模式是我们在1973年提出的。像力是固体物理学中的概念。

过去在地震预报中对磁暴、日月引潮力和大气压力变化这些触发地震的外因是单独考虑的,是否也应考虑这些外因的相关性,进而考虑它们先后相继触发地震而把前一外因出现时间也纳入提前防震的准备时间呢?遂于1977年以第一作者提出预测地震发生日期的“磁暴倍九法”,即磁暴对地震触发起一定作用,但尚未发震,磁暴后约隔倍九天时间有气象变化(高温低压)再触发地震。这个磁暴日期就对防震是个提前思考的时间。再者,过去预测地震发生时间时,把由前兆确定的时间和由外因触发确定的时间独立考虑并视其重合程度而做判断,是否可考虑当震源地方不稳定时外因激励震源过程,此过程又引起前兆剧烈显示来预测地震呢?对此我们在1978年提出调制模式。还有从实施地震预报的可操作性方面,应考虑发现前兆,落实前兆,会商研究,发出预报和布置防灾这一时间过程大约需一周到10天,于是在调制模式中把磁暴和气象调制用倍九天来预测地震,把引潮力调制用倍七天来预测地震(1981年)。另外我国历史地震资料丰富,它是否也可以用于上述可操作的7~10天的时间呢?对此我们认为一个地区的地震易于在某种韵律的外因下被触发,因此历史上的大震发生日期与以后地震的发生日期之间可能有不同年份在相同季节按相同韵律发生的关系。于是在1986年又提出异年倍九律来预测地震发生日期。后经验证表明,1976年唐山大震是符合异年倍九律的。它与附近历史上1679年三河平谷8级大震的日期相差36天。

以上是我们在1976—1986年期间在地震成因上和预报上反思和研究的问题。

对于防震减灾的全过程来说,在1966—1976年的大震高潮中我国党政军民忙于地震救援所作出的

广泛实践是一个宝贵财富,应当总结成地震对策条款以供以后防震减灾作参考。对此,除自己写有关论文外,1986年与陈鑫联同志联合主编了《地震对策》一书。1978年我有幸得到了全国科学大会的科研成果奖和“在我国科技工作中作出重大贡献的先进个人”奖。并于1986荣获了“国家级有突出贡献的中青年专家”称号。这是对我的鼓励和鞭策,也增加了我肩上的责任。

1977—1986年间,我曾对日本进行了两次访问,一次是1981年随国家地震局袁维丹副局长率领的考察团访问日本;另一次是1985年单独去日本地质调查所访问。1981年考察团各成员在东京大学做报告时,我讲的是叠加模式,即太平洋板块和印度板块给中国大陆施加水平力而中国大陆不同地方上地幔还向地壳施加垂直力,这两个力在地壳内所引起的应力叠加共同决定着中国大陆地震的孕育和发生,水平力遍布大陆起主要作用,垂直力各地有所不同,它对发震的作用也不可忽视。接着考察团访问仙台,当时在仙台北大学留学的郑斯华告诉我,说他的老师高木教授在东京大学听了我的报告后很赞同我的观点。1985年去日本地质调查所访问时,该所为我举办了一次报告会,我主要讲了预报地震发生时间的前兆倍九法。该报告会有其他单位的学者来听,临别地质调查所时还给他们交了一份我在日本收集到的突跳性前兆出现在地震前倍九日期的震例报告。时过10年,1995年日本阪神发生大震前,据日本文献说该震前9天震中区附近氡气出现甚大的突跳性前兆。在日本地质调查所期间,我曾去秋田访问,并到1983年秋田大震时因海啸遇难的13名小学生纪念碑前默悼,对此,我曾写有一诗:“碧波灰堤沙石滩,鲜花饗食幼灵前,俯首对碑思昔景,天哀雨注山林寒。”第一句是小学生玩的地方,也是海啸夺走他们生命的地方,第四句是我临境时下着小雨,旁边就是山林。

新中国建立后,我们一直受唯物辩证法的教育:事物是普遍联系的和互相制约影响的。那么在1986年我进入55岁之后,再回头来看过去的研究有什么局限性。于是想到了各种灾害之间的关系,即是否可由这一灾害预测另一灾害,特别是由别的灾害预测地震。对于这个问题虽然在1966年我曾总结过古人由气象灾害预测地震灾害的事例,但毕竟未系统研究。于是在1986年建议陕西地震局创办《灾害学》刊物,研究各种灾害在成因、预测和减灾

方面的共性、互性和对策问题。该局李永善和李博两位学者甚为赞同,于1986年秋立即创刊。这是我国第一家综合性灾害学刊物。同年我又建议中国地球物理学会在敦煌召开地球物理韵律现象学术讨论会议,1988年又建议在湖南慈利召开地球物理灾害会议(这里所说的地球物理都是广义地球物理)。1987年我作为第一作者提出灾害链的观点,包括“因果链”、“同源链”、“互斥链”和“偶排链”四种灾害链。由于本人是地震工作者,且地震预报至今在国际上还未过关,所以在灾害链的研究中,以地震作为链中的重要环节来研究。从地震预报为目的来说有旱震链^②、洪震链和台震链。以地震为首灾随后成链的有震洪链、震旱链、震台链和震雪链以及地震与沙漠化、沙尘暴链等。对于地震和气象灾害链我是以构造挤压和构造引张引起地下放出携热水气或闭气把它们联系起来的,寒流和台风引起的脉动可触发地震,地震可粉碎岩石、震松土壤团结性并在气象条件的配合下形成沙漠化和沙尘暴(不考虑人为因素)。在1992年我作为第一作者与秦保燕、李革平合著的《未来灾害学》一书中指出黄河巨洪有按25年周期和倍周期发生的特点,以及在25年的黄金分割点上也有发生的特点。进而把按上述特点作预测的方法概称为“三性法”,即按周期性、倍周期性和黄金分割性的时序分布预测灾害事件的方法。此法后移用于我国8级大震预测,发现我国8级大震也有按25年和倍25年时间间隔发生以及在25年黄金分割点上发生的特点。在气象学中,科里奥利力(以下简称科氏力)是很重要的概念。在地质学书籍上把北半球河流冲刷右岸厉害的现象称为贝尔定律。但与贝尔同时代的奥地利数学家科里奥利提出的理论可用于地球上任何方向运动的物质体,且理论计算有普遍公式。贝尔定律仅是科氏力的一个特例。既然灾害学是研究各种灾害在成因、预测和减灾方面的共性,那么我们何不把科氏力也用于预测最强余震的强度呢,这对大震后紧急救灾,考虑后顾之忧是很重要的。大震后许多前兆手段因已被主震扰动,再用它来对最强余震作预测有一定困难。另外在气象学中广泛应用旋转的概念,作为共性,地震成因中是否也有旋转呢?对此我们曾提出把美国布里季曼的一个实验,即布里季曼效应应用于浅源地震的形成。该效应说的是两固体块在高压下互相对错,因摩擦力大而错不动时,让其互相旋转一下就错动了。布里季曼是固体地球物理学界唯一得过诺贝尔

奖的学者。由于研究灾害科学放宽了眼界,所以我把1966年发表的震中迁移现象也广义化为构造带上构造变动的迁移。变动剧烈者为地震,次剧烈者可引起类似前兆的现象,其中包括地下放出携热水汽和温室气体。构造带有地质构造带,地震活动反映的深部构造带以及天文因素形成的地球上一些特殊纬带,如北回归线带。30°纬带和35°纬带等,我们称其为天文构造带。由于地球内部运动的非均匀性,在上述带上如一处发生大震,另一处又相继发生大震,此为原先意义上的震中迁移。如一处先发生较剧烈的构造变动,引起一些貌似地震前兆的现象,然后另一处发生地震,这就成为前兆与地震的遥相关了。如某处先发生地震,后在该带的另一处出现相对剧烈的构造变动,则后者也出现一些貌似前兆的现象,若不发生地震,这就成为地震与后效的遥相关了。这是从地震预测方面来说的。从气象灾害来说,如果发震地区和貌似前兆的地段放出地下携热水汽,其与大气环流相结合而降暴雨致洪,就成为震洪链了。2007年在30°纬带区的重庆地区发生百年一遇的大暴雨,我们沿30°纬带向西延伸与南北地震带相交于康定地区,遂中国地震预测咨询委员会在2008年初全国地震趋势会商会上呈交的报告中指出:根据重庆百年一遇的暴雨预测2008年康定地区和附近可能发生6~7级地震。后果然在康定东北的汶川发生8级地震,康定受到6度波及。耿庆国同志主持的中国地球物理学会天灾预测专业委员会向中国地震局呈交的报告中曾根据旱震关系预测阿坝地区在2008年可能会发生6~7级地震。阿坝距汶川也不远,由于大气有流动带,如冷空气流动带和温、湿水气输运带,它们的交汇可降暴雨致洪。我们发现在蒙新甘交界地区发生7级和7级以上大震后黄河流域易发生大洪,又发现滇缅安(达曼)地区发生7级和7级以上大震后珠江和长江易发生大洪。这又是震洪链。蒙新甘在冷空气来路上,滇缅安在印度洋向中国大陆输送水气的带上。

在1992年出版的《未来灾害学》一书中,还从地震活动低潮中找到预测未来高潮来临时何处可能发生大震的指标——静中动地震指标。这里所谓低潮是指我国华北和广义南北地震带不发生7级以上大震达10年左右的时段。静中动地震是指在低潮中发生6级和6级以上、7级以下的地震,具体还有若

② 耿庆国在1972年即开始研究由旱灾预报地震。

干规定。

1989年,我作为考察组成员去访问土耳其,国家地震局陈耦副局长为组长,我们考察了土耳其北安纳托里亚断层的西端地区。那里是地震活动带的空段,我回国后想用我们过去提出的两个震中迁移带交会区易发生大震的观点来预测安纳托里亚断层西端地区可能有大震,于是在1991年和秦保燕合著的《地震成因与地震预报》一书中把此预测写进去了,结果1999年所预测的地区发生了两个近8级的地震,伤亡惨重。

1992年我曾访问过日本秋田。在秋田举行的全日本灾害会议上我主要作了中国地震形成的立交模式的报告,后又在秋田大学作了强台风与大震的关系的学术报告,并列举了20世纪日本的8级地震与特大台风的时间对应关系。由于日本在1983年刚发生的一次特强台风扫荡了沿日本海地带,秋田损失严重,所以当时听报告的一位学者问依我的观点这次巨大台风后是否要来大地震,我当时没有把握,含糊其词地回答:“现在还不好说。”过后果然秋田地区附近发生了大地震。在我参加的上述全日本的灾害会议上,发现他们的研究虽好,但仍是单灾论文,没有像中国已进入研究灾害链的阶段。

1994年11月,中国地球物理学会天灾预测专业委员会主任翁文波院士不幸去世(翁老曾担任过中国地球物理学会主任,他在物探科学、环境与天灾预测科学领域都有贡献)。他向地球物理学会常委们的弥留之言是让我接他的班。1995年我接班后,尽管也是科研与预测相结合,但天灾预测,特别是地震预测的实践部分加重了。我认为把自己的科研成果亲自用于实际预测是对自己的科研负责。以下是我在担任天灾预测委员会主任的14年(1995—2009年)中所作的地震预测实践。

首先值得回顾的是1999年元月5日我向中国科协减灾大会呈交的预测论文,题目是“三性法与大震预测”。在这篇论文中指出:“1999年在人烟稠密和经济发达的中国东部地区无7级大震发生的可能,在台湾西南部有可能发生7级地震。”在这次中国科协大会闭幕时黄河委员会王涌泉教授代表中国地球物理学会做总结发言时把这个地震预测结论又讲了一次,这样到会的人全听到了。结果该年9月21日在台湾中部南投发生7.4级地震(台湾定为7.3级),死亡2400人,该震震中距原预测地区约60 km。2000年春中国科协再次召开减灾大会,学会负责人马阳同志对此预测作了口头表扬。2000年9

月在上述台湾南投大震一周年前不久,王涌泉在《人民日报》(海外版)上以他曾报导过这一预测意见为由发表对该震的纪念文章。随后“台湾中兴工程科技研究发展基金会”邀请我和秦保燕去台作“大震的长期预报”的讲演。2002年夏我们赴台作讲演,在此之前准备了讲义。该讲义台方复印后散发给台湾有关方面。讲义共35页,内中对台湾还作了其他两处大震的预测,这将在后文介绍。2004年中央电视台举办“两岸情缘”的论文评奖大会,我把去台之事写了短文呈上,结果评了二等奖。

回顾1999年9月21日台湾南投大震发生后,我曾写了一首词——卜算子:“初晓醒闻电,台湾罹震患。山崩屋塌民多苦,摧毁众州县。溯忆年初时,‘三性’曾预见。只叹两岸人为障,预测未减斯患”。

在上述呈交中国科协减灾大会的预测论文中,还用三性法预测“在2003年附近河西可能发生7级地震。按太阳活动周期估计则青海东南部可能在2001年前后发生7级大震。”这是跨越式预测。实际上2001年青海昆仑山口西发生了8.1级地震,比论文中预测的震级大,且位置偏于青海中西部,故我们未声张。2002年12月—2003年10月在河西玉门和民乐发生5.9级、6.2级和5.8级3次地震,虽未达7级,但也是一次小高潮,死亡10余人。由于震级偏小,所以我们也未声张。但我们知道,论文中对青海和河西的预测未放空炮。

再值得回顾的仍然是1999年,这一年是原中科院兰州地球物理研究所建所40周年纪念。这次纪念由中科院高原大气物理研究所举办。我和吴瑾冰向纪念会呈交了论文,题目是“中国南北地震带甘川段大震活动规律的讨论”,后发表于《高原气象》1999年第3期。这篇论文主要是用太阳活动与地震的关系三性法来预测大震。论文中指出,甘川段,即甘肃通渭到四川康定的地段(通渭距天水甚近)在过去的340多年中(由1654年天水大震算起)共发生8次7级以上大震,其中包括2次8级大震,它们皆发生于太阳活动谷年或太阳活动甚弱的时期。我们用物理学中的“自发磁致伸缩理论”去解释太阳活动谷年与地震之间的联系(过去国内外还无太阳活动谷年发震的理论解释)。由于震例有8次,理论上又说得通,所以在此论文中鉴于当年是太阳活动峰年,2000年可能还是峰年持续段,所以由2000年峰年结束算起,按我在1989年提出的黄金分割法预测2007年可能是下一个谷年,进而对地震作出预测:“下一个谷年大概在2007年,此时甘川地段可能会发生7级

以上地震。”6年后即2006年9月7日,中国地震局在兰州召开中国西部地区强震形势研讨会,我呈交了6份“发言摘要”,并在会上做了口头报告。这个摘要继承了我们在1999年《高原气象》上的预测,但鉴于2001年太阳活动又出现第2次峰年,所以从2001年算起按黄金分割预测2007年太阳活动就可能进入谷年,(上述1999年的预测是“下一个谷年大概在2007年”)。进入谷年意味着2008年仍可能是谷年段。所以在“发言摘要”中作出以下地震预测:“南北地震带中段(天水至康定)历史上7级和7级以上大震多发生于太阳活动谷年和谷年附近。我们按11年周期的黄金分割推算,2007年就可能进入谷年。因之要注意南北地震带中段在今明两年乃至后年发生大震的可能。今年前几个月武都地区和盐津地区的地震活动也是一个配合指标。太阳活动谷年易发生大震的原因我们已往是按物理学中‘自发磁致伸缩效应’来解释的。”由于通渭距天水甚近,而外地人一般不知道通渭,故“发言摘要”中把通渭改为天水。遗憾的是这个预测意见未被研讨会采纳,反而把危险区定在滇川交界地区。附带指出,在上述“发言摘要”中,还根据沿我国北回归线2005年西江巨洪和2006年上半年台湾发生6.5级地震的灾害链现象指出要注意云南在北回归线附近发生6~7级地震的可能。这个预测的依据是源于我们2002年3月在《华南地震》第1期上发表的“从北回归线效应讨论大洪灾与大震的相关性”一文。2007年6月3日云南普洱发生6.4级地震(后修定为6.7级),它距北回归线甚近。

2008年5月12日可怕的汶川8级大地震发生了,死伤极为严重。震中也恰在上述的天水和康定之间,天水与康定皆受到6度波及。而2008年也正好位于太阳活动谷年段内。2009年5月中国地震局出版了《2008年汶川8.0级地震科学总结与反思报告(地震预报领域)》,文中第49页上单列一行写道:“郭增建先生在2006年9月召开的‘中国西部地区强震形势研讨会’上,曾预测下一次强震将在康定一天水一带发生”。

以上总结与反思报告的是中国地震局官方对我的预测意见的肯定。

下面再回到2002年我和秦保燕去台湾作“大震的长期预报”的讲演。在该讲议第30页,根据静中

动判据,“预测恒春附近在2004年前后可能会发生7级地震(范围是恒春半岛及其附近海域)”。2006年12月26日台湾岛南端恒春附近靠台湾海峡一侧发生7.2级地震(后修定为7.4级),震中距恒春约10 km。除陆地上有破坏和伤亡外,海底电缆破坏严重,使亚洲通讯中断一个月才修复。2007年10月30日“台湾中兴工程科技研究发展基金会”继任董事长李树久先生给我来信,对“2002年间与秦保燕教授应本会邀请来台访问交流的成果深表感谢之意。”

在赴台讲演讲议第29页上曾用三性法预测:“2010年和其前后台北地区可能发生7级左右地震(台北地区包括台北、基隆、新竹和宜兰地区)。”括号内所指的地区是原讲义中就有的。如2012年再不发生,就算预测失败。

2010年青海玉树大震是我和其他同志在《西北地震学报》和《国际地震动态》上发表文章作了跨越式预测的。前一篇文章用三性预测了发震年份,后一篇文章用“静中动判据”预测了发震地区,即玉树。

今年(2011年)1月21日地震界同仁为我庆贺80寿辰,我在答谢讲话的最后读了我写的一首诗:“天生万物普含迷,震源深隐更富疑。吾研预测功甚浅,但愿后军罢顽敌。”诗中的“罢”读音同“古”,是套鸟的网。“罢顽敌”是把震魔抓住,让震灾减免。诗中之所以谈到“功甚浅”,是因为达到短临预报还有较长的路要走。

最后再回顾一下我在环境科学方面的研究。2002年在《西北地震学报》上发表短文,指出洋边巨震可搅动大洋,使深部冷水部分翻至洋面,吸收大气中的二氧化碳,遂使全球降温。2004年美国航空航天局专家预测2005年全球气温比1998年高,而2004年底苏门答腊发生9.3级地震,海啸规模甚大。于是长春地质大学的杨学祥教授著文,认为按我的观点2005年不会是最热的一年(即比1998年热)。2005年底世界气象组织公布该年全球气温比1998年低。杨学祥教授认为我的观点符合实际情况。2006年美国航空航天局专家统计出2005年全球气温比1998年高。后我国气象学家著书称2005年与1998年全球气温难分伯仲。这两种预测难分对错。2011年3月11日日本岛边发生9级大震,海啸规模甚大,该年年底全球气温较低,才使我的观点得到初步验证。