

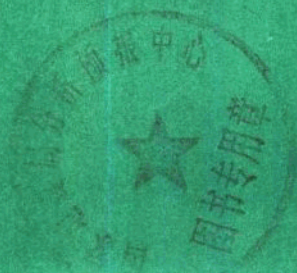
56.259

7904

国家地震局85-05项目成果

中 长 期 地 震 危 险 性 预 测 研 究 文 集

国家地震局85-05项目实施小组编



国家地震局震害防御司

一九九二年七月

前 言

地震是人类所面临的重大自然灾害之一,在人类的发展历史中,地震曾经造成过巨大的人间惨祸,惨痛的经历促使人类为减轻地震灾害而进行不懈的努力。地震预报研究,就是人类为了避免或减轻地震灾害而进行的一种努力。从时间上,它可以划分为长、中、短临三个阶段。其中,长期地震预测是针对地震长期活动状况而进行的,它为长期地震防范工作提供目标。短临地震预报是针对地震发生前的抗震防灾工作的,它为地震发生前采取适当的减轻地震损失的措施提供决策依据。介于两者之间的中期地震预报研究,是对长期地震预报的补充,它为国家短期经济规划提供基础数据,同时它也为短临地震监测提供重点目标,使得短临预报的研究更加具有针对性。中长期地震预报成果还直接服务于中长期地震减灾目标。近年来,中长期地震预报研究的意义,逐步为国内外广大从事地震研究的学者和政府机构重视,同时,“国际减灾十年”的活动,也促使这一研究向更深入的方向发展。

国家地震局为顺应地震研究的这一趋势,提出了85-05重点研究课题——“2005年前我国大陆强震危险性预测研究”。

为了促进这一课题的顺利开展,1992年4月21~27日在无锡地震科技交流与培训中心召开了“中长期地震危险性预测研究学术讨论会”。会议收到论文摘要85篇,研究报告55篇。报告内容广泛,涉及到中长期地震预测研究的各个方面。从会议发出的第一号通知到会议日期仅40多天,在这样短的时间里,能有这么多人积极参加会议,并写出研究报告,表明大家对中长期地震预测研究的关心和支持。中长期地震预测研究是一项难度极大的研究课题,没有一批热心支持和参与的研究人员,是很难完成这一项目预期的研究任务的。

通过这次会议,基本上达到了以下预期目的:

1. 使直接参与这项研究的广大科技人员进一步明确了“85-05”项目的研究目的、意义和基本要求,为深入开展本项研究提供了基础。
2. 对十多年来的中长期地震预测研究进行了初步清理,明确了中长期地震预测研究的现状和存在的问题。各个专题进一步了解本专题研究的侧重点和需要解决的重要问题。
3. 为各个专题和各种方法提供一次相互交流、相互学习和渗透的机会,开阔了研究思路,为综合预测研究打下了基础。

为了使这次会议的成果能尽快地得到广泛交流,促进本项目的深入开展,我们从三个专题中选择了一部分文章编辑成集,内部出版。由于容量有限,不可能把全部文章都收在集内。提交这次会议的所有文章(包括此集内的文章)都有机会投寄有关刊物发表,以弥补这个文集的不足。

为了尽快刊出交流,对文章没有进行专门审核,文责自负,也没有提供更多的时间让作者修改,不妥之处,敬请读者批评指正。

潘华和李文香同志在准备本文集出版过程中作了大量工作,借此机会表示感谢!

国家地震局震害防御司

“85-05”课题组

1992.6.28

目 录

第一专题 中长期地震活动性研究

中国大陆东部地震活动的时间层次结构·····	蒋 铭等 (3)
中国地震资料不均匀性与完整性研究——以华北地震区为例·····	黄玮琮等 (10)
华北地区 7 级以上强震发生地点的中期预报·····	章淮鲁 (20)
华北地区一种可能的大震信号——中等地震组·····	何淑韵 (25)
强震发生概率增长时间的 TIP 方法及其中期预报效能评述·····	黄德瑜 (31)
未来地震震级概率预测方法探讨·····	傅征祥等 (39)
四川及其邻区主要地震区发震概率的估计·····	张耀国 (44)
地震的时空转移概率模型——以汾渭地震带为例·····	杜兴信 (48)
最大似然法在地震活动参数估计中的应用·····	金学申等 (55)
地震带地震迁移的有序性和地震趋势的预测·····	李献智等 (63)
以环境因子为参考的中长期地震预测研究·····	杜品仁 (72)
由震源系统的整体稳定和局部的不稳定探讨中强地震预报·····	秦保燕 (78)

第二专题 地震活动的构造和地球物理背景

四川活断层分段与强震危险性概率预测·····	唐荣昌等 (87)
活断层分段及其在地震危险性评价中的作用·····	楚全芝等 (96)
天山活断层分段与中期危险性地段的研究·····	郑福婉 (105)
地震带分段的地震学条件初探·····	董瑞树等 (113)
华山山前断裂分段特征及其与地震活动的关系·····	许桂林 (119)
地震断裂规模与震级关系的讨论·····	叶文华等 (122)
河北平原盆地裂陷活动中心迁移的特点及与地震活动和深部构造的关系·····	徐 杰等 (126)
壳内低阻层的形成及其与地震的关系·····	徐常芳 (135)
华北地区蕴震构造特征及地震危险区分析的实验研究·····	王春华等 (143)
应用大地垂直形变场研究地震危险区·····	应绍奋 (150)
活动构造与强震危险区边界的判析·····	高维明等 (155)
大陆强震发生的地震地质标志的研究·····	徐锡伟 (162)
震级和发震断层段尺度的统计关系·····	董瑞树等 (171)
通过地壳现代构造运动特征寻找强震发生地点·····	许忠淮等 (177)

第三专题 综合地震预测方法和分区危险性预测

中长期地震预测研究的若干问题·····	时振梁等 (189)
---------------------	------------

我国中长期地震预报的研究现状·····	汪良谋 (194)
国外中长期地震预测研究动态·····	时振梁等 (204)
八级地震地质构造背景及其预测的研究概况·····	李存悌 (210)
预测理论与地震预报方法综述·····	高孟潭 (214)
公元2000年前后中国大陆中强震中长期预测方法研究·····	刘鼎文等 (218)
我国大陆强震轮回活动的非线性动力学模型研究·····	张国民等 (225)
灰色预测方法的改进及其在地震中长期预测中的应用·····	潘 华 (233)
川滇菱形块体东边界地震时间序列分析及预测·····	雷建成 (239)
陕甘宁强震活动特点及中长期趋势预测·····	雷中生等 (248)
新疆强震轮回的时空分布特征及未来强震活动趋势的估计·····	王季达等 (253)
因素分析基础及应用中的问题·····	王 健 (259)
太原盆地历史地震活动特征及未来地震形势估计·····	光春云等 (262)

第 一 专 题

中长期地震活动性研究

1. The first part of the paper is devoted to the study of the properties of the function $f(x)$ defined by the equation

$$f(x) = \int_0^x \frac{1}{1+t^2} dt$$

for $x \in \mathbb{R}$. It is shown that $f(x)$ is an odd function and that it satisfies the inequality

$$|f(x)| \leq \frac{\pi}{2} \quad \text{for all } x \in \mathbb{R}.$$

2. In the second part, we consider the function $g(x)$ defined by the equation

$$g(x) = \int_0^x \frac{t}{1+t^2} dt$$

for $x \in \mathbb{R}$. It is shown that $g(x)$ is an even function and that it satisfies the inequality

$$|g(x)| \leq \frac{\pi}{4} \quad \text{for all } x \in \mathbb{R}.$$

3. Finally, we study the function $h(x)$ defined by the equation

$$h(x) = \int_0^x \frac{t^2}{1+t^2} dt$$

for $x \in \mathbb{R}$. It is shown that $h(x)$ is an odd function and that it satisfies the inequality

$$|h(x)| \leq \frac{\pi}{4} \quad \text{for all } x \in \mathbb{R}.$$

中国大陆东部地震活动的时间层次结构

蒋 铭 王晓青 姜秀娥

(国家地震局分析预报中心)

自然界中许多复杂事物的发展变化都具有统计的相似的层次结构,目前,人们愈来愈重视复杂构造的定量化研究,引入了分维的概念,分维物理量在地震学的引入,加深了我们对地震活动时空强分布特征的理解和认识,并能给予合适的定量描述。分形结构的存在,是地震孕育这个复杂系统的一个普遍性的特征,因此,可以用分维数来表示这种复杂现象中的规律性^[1,2]。

文献[3]仅以山西地震带为研究对象,分析了地震活动在时间上的层次结构和自相似特性。本文则试图扩大范围,对中国大陆东部,地震记录比较久远且较完整的华北地震区、华北平原地震区、长江中下游地震区和华南地震区,以基本类似的手法进行分析研究,以期得到有关中长期地震预报的信息。

一 资料和地震区的划分

(1) 地震目录采用“中国地震简目”。

(2) 中国东部地震区的划分参考文献[4,5],根据地质构造背景以及地震活动强度和频度都有显著差异的特征,将中国东部(107.5°E以东)划分为八个地震区:东北地震区(41.0—53.0°N)、华北地震区(34.0—41.0°N)、华北平原地震区(太行山以东,燕山以南,泰山隆起以西)、长江中下游地震区(29.0°—34.0°N)、湘干地震区(25.0—29.0°N)、华南地震区(19.0—25.0°N)、东北深震地震区和台湾地震区。由于时间关系,只对其中四个地震区进行分析研究工作。

二、地震活动的时间层次结构

地震活动的时间层次结构研究,从60年代至今,已有一系列的研究结果,即在人类历史资料所及和地震活动性研究的时间领域内,可将地震活动的时间层次分为地震世(千年量级)、地震期(几百年)、地震幕(几十年)和地震阶(几年)。实际工作中发现,地震阶之下还可能存在更低的层次。文献[3]详细阐述了山西地震带上不同级别时间层次上的地震活动特征以及在时间上的层次结构和自相似特性。

层次结构在自然界的许多现象中存在。在层次分析中,最主要的是尺度对应原理^[6]。在研究地震活动的层次结构时,需要考虑时空强的配套原则,即对地震世的研究应用 $M_s \geq 7$ 级的地震,地震期和地震幕则应用中强以上的地震,而地震阶的研究,其震级应减小,往下依此类推。

在研究中国大陆东部各地震区时,地震活动在时间分布上的层次结构同样明显,只是由

于历史记录遗漏或本区自身的特性原因,致使有的区层次结构不显著(湘干地震区),或者缺少某一二个层次(长江中下游地震区),未能有山西地震带那样典型。在层次结构中,地震期和地震幕普遍存在。由于地震世的时间量级大,历史地震记录有限,故研究时局限性大。本次未涉及地震阶的研究工作。

1. 地震世

图1是华北平原地震区 $M_s \geq 7$ 级地震的时序图和累计频度图。由图可知,7级以上强震构成一个有序的时间序列,强震序列的累计频度呈指数型时间分布特征,显示了地震整体性活动的标志^[7]。

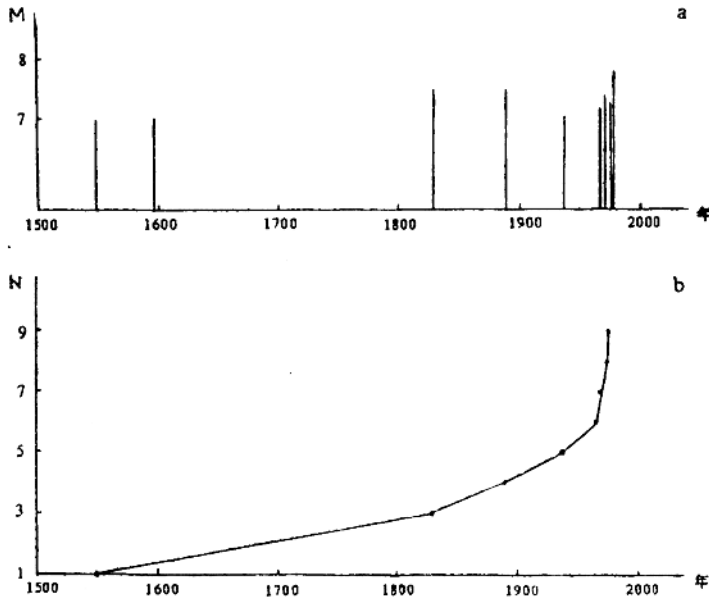


图1 华北平原地震区 $M_s \geq 7$ 级地震的时间分布

a. 华北平原地震区 $M_s \geq 7$ 级地震时序图; b. 华北平原地震区强震累计频度曲线

图2是华北平原地震区的地震频度曲线,图中显示出一个地震世中的地震活动由低到高的发展过程,与山西地震带的地震世划分的四个阶段相比^[3],华北平原地震区目前尚处于大释放阶段的后期(表1)。

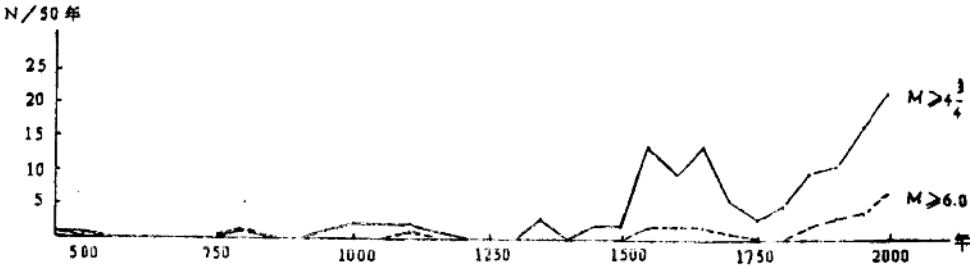


图2 华北平原地震区地震频度曲线

表1 华北平原地震区地震世阶段划分表

阶段划分		平静阶段	增强活动阶段	大释放阶段	调整阶段
日期 (年)		450—1350	1350—1750	1750—	—
每50年	$M > 6.0$	3	7	16	—
频 度	$M > 4\frac{3}{4}$	14	51	66	—
每50年应变释放 $\sqrt{E} \times 10^6 \text{ J}^{1/2}$		37.73	145.35	781.70	—

2. 地震期和地震幕

由图3可见,图中的四个地震区在历史地震记录较完整的1400年以来,地震活动的高低起伏变化可划分出两个地震期^[8],为便于研究,各区两个地震期的代号分别与华北地震区的地震期对应。其地震活动的基本结构与地震世相似,即可分为平静阶段、增强活动阶段、大释放阶段和调整阶段^[3, 9, 10]。

地震期内,地震活动不但表现有上述四个阶段的历史演变过程,而且还表现有相对平静和相对活跃交替的幕式活动,各幕活动特点逐步形成高一层(地震期)活动的发展过程^[3, 9]。表2、表3分别给出了各地震区的地震期和地震期结构的时间。第四地震期的终止时间,为便于计算起见,暂截止于1990年。

表2 中国大陆东部分区地震期划分表

地震区	地 震 期			地震平静期		地震活跃期	
	序号	起止时间(年)	经历时间	起止时间(年)	经历时间	起止时间(年)	经历时间
华北地震区	三	1369—1730	362	1369—1483	115	1484—1730	247
	四	1731—1990	260	1731—1811	81	1812—1990	179
华北平原地震区	三	1408—1658	251	1408—1501	94	1502—1658	157
	四	1659—1990	332	1659—1813	155	1814—1990	177
长江中下游地震区	三	1407—1679	273	1407—1480	74	1481—1679	199
	四	1680—1990	311	1680—1751	72	1752—1990	239
华南地震区	三	1400—1695	296	1400—1506	107	1507—1695	189
	四	1696—1990	295	1696—1777	182	1778—1990	213

表3 中国大陆东部分区地震期结构表

地震区	地震期	地 震 期 结 构			
		平静阶段	增强活动阶段	大释放阶段	调整阶段
华北地震区	三	1369—1483	1484—1642 (6)	1643—1695 (1)	1696—1730 (1)
	四	1731—1811	1812—1948 (6)	1949—1979 (1)	1980—1990 (1)

华北平原地震区	三	1408—1501	1502—1528 (1)	1529—1589 (2)	1599—1658 (2)
	四	1659—1813	1814—1948 (5)	1949—1977 (1)	1978—1990
长江中下游地震区	三	1407—1480	1481—1585 (3)	1586—1662 (1)	1663—1679 (1)
	四	1680—1751	1752—1868 (3)	1869—1959 (1)	1960—1990 (1)
华南地震区	三	1400—1506	1507—1567 (2)	1568—1620 (1)	1621—1695 (1)
	四	1696—1777	1778—1860 (3)	1861—1941 (1)	1942—1990 (1)

注：括号内为地震幕数。

三、地震活动的自相似特性

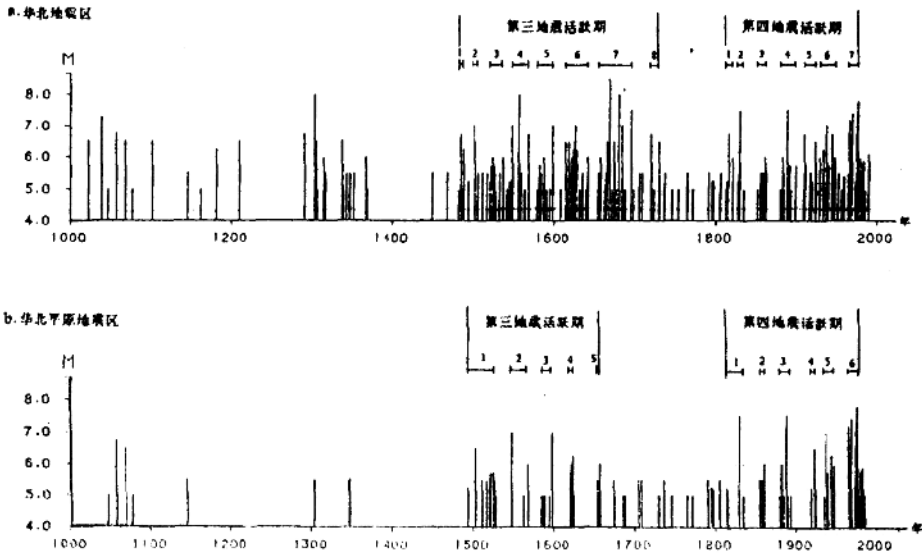
Kagan和Knopoff (1978、1980、1981) 做了一系列重要的研究, 已经基本明确地震是一种典型的分维结构。下面从时间分形和能量分形来描述。

1. 时间分维

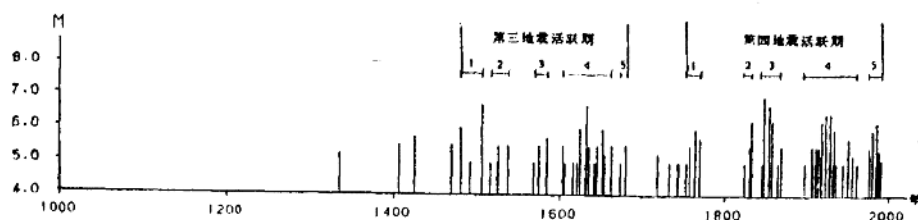
由表 4 可看出, 不同层次的地震活动显示有自相似特性。华北平原和华南地震区各自不同层次的分维数比较接近, 在地震期的发展过程中, 大释放阶段在华北和华北平原地震区出现降维现象, 而其它两个区则出现升维现象。

2. 能量分维

从能量分维来看, 地震活动存在着自相似性, 其分维数 D 与地震的 b 值之间存在着简单的关系, 因此, 仅用 b 值计算的结果来看能量分形。



c. 长江中下游地震区



d. 华南地震区

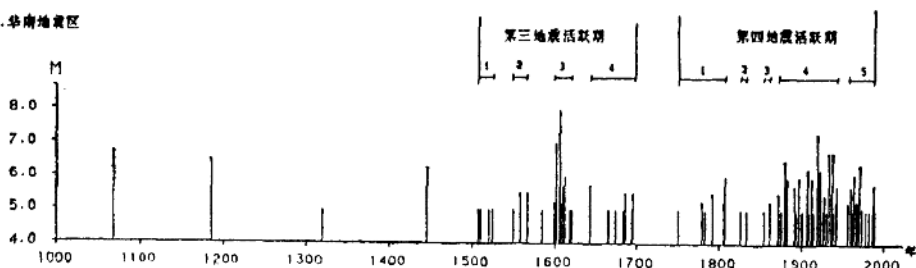


图3 中国大陆东部各地震区M-t图

表4 中国大陆东部分区的时间分维结果

地震活动层次		华北地震区	华北平原地震区	长江中下游地震区	华南地震区	震级阈
		D	D	D	D	
第三地震期		0.67	0.45	0.27	0.31	5.0
第四地震期		0.33	0.40	0.19	0.35	
第三地震活跃期		0.62	0.47	0.15	0.35	
第四地震活跃期		0.51	0.44	0.37	0.45	
第三+第四地震期		0.62	0.44	0.25	0.46	
第三地震期	平静阶段	—	—	—	—	5.0
	增强活动阶段	0.27	0.26	0.21	0.21	
	大释放阶段	0.16	0.11	0.27	0.33	
	调整阶段	0.22	0.10	0.23	0.34	
第四地震期	平静阶段	—	—	—	—	5.0
	增强活动阶段	0.33	0.32	0.32	0.19	
	大释放阶段	0.31	0.26	0.42	0.28	
	调整阶段	0.32	0.21	0.30	0.21	

表5 中国大陆东部分区地震期的 b 值(1)

地震区	第三+第四地震期		第三地震期		第四地震期		第三地震活跃期		第四地震活跃期		震级阈
	b	p	b	p	b	p	b	p	b	p	
华北地震区	0.65	0.99	0.57	0.99	0.61	0.98	0.56	0.99	0.59	0.98	5.0
长江中下游地震区	0.85	0.99	0.89	0.99	0.82	0.64	0.84	0.99	0.81	0.99	5.0
华南地震区	0.67	0.99	0.44	0.99	0.87	0.99	0.42	0.99	0.86	0.99	5.0
华北地震区	0.65	0.99	0.57	0.99	0.61	0.99	0.56	0.99	0.59	0.99	5.0
华北平原地震区	0.55	0.98	0.59	0.68	0.48	0.99	0.59	0.69	0.43	0.99	5.0

注： p 为 t 检验的置信水平。

表6 中国大陆东部分区地震期的 b 值(2)

地震期	华北地震区		长江中下游地震区		华南地震区		华北平原地震区		震级阈
	b	p	b	p	b	p	b	p	
第三+第四地震期	0.65	0.98	0.85	0.57	0.67	0.99	0.55	0.79	5.0
第三地震期	0.57	0.90	0.89	0.67	0.44	0.99	0.59	0.98	
第四地震期	0.61	0.91	0.82	0.74	0.87	0.99	0.48	0.89	
第三+第四地震期	0.65		0.85		0.67		0.55		
第三地震活跃期	0.56	0.74	0.84	0.61	0.42	0.99	0.59	0.99	
第四地震活跃期	0.59		0.81		0.86		0.43		

表7 中国大陆东部分区地震期分段 b 值

地震期分段		华北地震区	长江中下游地震区	华南地震区	华北平原地震区		震级阈
		b	b	b	b	p	
第三地震期	平静阶段	0.96	0.72	—	1.2	0.72	5.0
	增强活动阶段	0.69	0.74	1.50	0.70	0.92	
	大释放阶段	0.34	0.87	0.30	0.31	0.73	
	剩余释放阶段	0.39	1.00	0.98	0.48	0.86	
第四地震期	平静阶段	0.82	1.40	—	0.67	0.92	5.0
	增强活动阶段	0.61	0.59	1.10	0.47	0.94	
	大释放阶段	0.46	0.64	0.58	0.31	0.64	
	剩余释放阶段	0.71	0.68	0.90	0.23		

由表5、6、7可知,地震活动的不同时间层次的能量分形各区别存在着自相似特性,它们的 b 值比较近似,但 t 检验结果不理想,华南地震区一致性较差, t 检验结果的置信水平均为0.99。在地震期的四个阶段中,除长江中下游地震区外,其它三个区由平静阶段到大释放阶段的 b 值逐渐降低,到调整阶段 b 值又有所回升,其中华北平原地震区的 b 值则仍呈下降趋势。

四、小结和讨论

1. 本文分析了中国大陆东部各地震区的地震活动在时间上的层次结构和自相似特性,并应用时间分形和能量分形给予了定量描述,发现各区地震活动的分维结构不明显,不同地区之间不存在自相似性。理论上分维结构应该不存在上限和下限,但实际上自相似成立的尺度是具有上限和下限的,还有待今后进一步工作证实。

2. 由能量分形可知,华北平原地震区大释放阶段后的 b 值仍处于低值,时间分维的 D 值也小,有别于其它各区,需进一步工作验证。

参 考 文 献

- [1] 陈颙等, 分形与混沌在地球科学中的应用, 学术期刊出版社, 1989。
- [2] 高安秀树等, 分数维, 地震出版社, 1989。
- [3] 蒋铭等, 地震活动的时间层次结构, 中国地震, vol.7, No.3, 1991。
- [4] 傅征祥, 中国大陆东部强震活动时间过程的不均匀性研究, 中国地震, Vol.7, No.2, 1991。
- [5] 蒋铭等, 中国大陆各地震分区的地震幕, 中国地震大形势预测研究, 地震出版社, 1990。
- [6] 李海华, 南北地震带北段地震活动的有序性和层次性, 地球物理学报, Vol.28, No.6, 1987。
- [7] 张国民等, 华北强震的时间分布及物理解释, 地球物理学报, Vol.28, No.6, 1985。
- [8] 蒋铭, 中国大陆地震的时空强转换, 地震, No.4, 1988。
- [9] 蒋铭等, 华北第三、四地震活跃期的对比, 地震, No.6, 1985。
- [10] 时振梁, 我国强震运动和板块构造, 地质科学, No.4, 1973。

中国地震资料不均匀性与完整性研究

——以华北地震区为例

黄玮琮 李文香 曹学锋

(国家地震局地球物理所)

摘 要

由于不同地区在不同时期文化发展程度的差异, 历史地震记载时间的长短、详细程度都有所不同。本文以华北地震区为例, 根据地震在时空上的分布特点, 分地区、分时段, 运用一些统计、分析与对比的方法来研究历史地震的完整性与不均匀性。分析结果表明, 黄河中下游流域地区 $M_s \geq 6$ 级地震从1291年起基本不漏, 其他地区(海域 内蒙古等边远地区除外)1477年起基本不漏。 $M_s \geq 5$ 级地震, 除海域和边远地区外, 整个华北自1500年起基本完整。

一、引 言

我国有悠久的历史地震记载, 尤其在华北地区黄河中下游流域一带, 长为帝都, 是古代文化集中的地区。但由于发展程度, 人口密度分布, 经济发展状况的差异, 历史地震记载在不同年代、不同地区, 其起始时间、详尽程度、数量多寡都千差万别, 而且时间越早, 地震史料记载也越少, 所包括的区域也越小, 叙述亦越简略。李善邦先生对截止1955年的地震年表所记载的地震作过统计, 其结果如下表所示:

表1 各省地震记载统计表

省名	记载起迄年	总震次	省名	记载起迄年	总震次
*河北	前231—1954	761(87)	湖南	288—1934	184(17)
*山东	前618—1948	566(38)	湖北	前143—1935	303(23)
*山西	前466—1948	580(98)	江西	318—1932	218(13)
河南	前519—1942	458(46)	*广东	288—1936	601(30)
陕西	前1177—1936	406(62)	广西	288—1936	184(13)
*甘肃	前193—1954	618(125)	福建	886—1936	359(23)
新疆	1716—1947	27(20)	台湾	1661—1951	84(46)
青海	138—1937	21(10)	浙江	288—1935	356(11)
西藏	1893—1954	30(13)	*江苏	前179—1949	635(26)
四川	前26—1955	396(58)	辽宁	294—1943	157(16)
*云南	前26—1954	652(165)	吉林	2—194	37(0)
贵州	1308—1937	101(8)	黑龙江	1137—1941	15(2)
安徽	前179—1951	301(22)	内蒙	前7—1953	71(32)

注: 括弧内数字为破坏震次。年表未录公元前1831泰山震。按出时分省情况统计。

*表示记载总震次大于500次的省份。

从上表所列,有记载地震共8137(1004)次,500次以上的省份有七个,大部分在中国东半部,西部新疆、青海、西藏那么广阔的地域总共只记到70多个地震,对表1括弧中的破坏震次数与其总震次作比较,可得到表2所列上面记载地震次数多的七个省与西部记载数可怜的三个省的比例系数值。可看到,东部地区虽记载到的地震总次数多,但破坏震所占比例较小,越往西,破坏震所占比例越大。从上述两个表中的统计结果可得出这样的看法:东部地区,尤其黄河流域一带地震史料记载早,所记到的地震数量多,但破坏震少说明地震活动相对弱些。西部,尤其新疆、西藏一带地震史料记载很晚,次数少,但破坏震的比例占得很大,说明只记到些大的有破坏的地震,另方面也可能隐含着西部地震活动比东部强烈的缘故。

表2 记载地震次数多的省

省 名	总震次(破坏震)	比例系数	省 名	总震次(破坏震)	比例系数
河北	761(87)	0.114	云南	652(165)	0.253
山东	566(38)	0.067	甘肃	618(125)	0.202
山西	590(98)	0.166	新疆	27(20)	0.741
广东	601(30)	0.05	西藏	30(13)	0.433
江苏	635(26)	0.041	青海	21(10)	0.476

作为进行地震活动性分析和其他研究工作的基础,地震资料的完整性和可靠性是关键。本文以华北地震区为例,从地震活动时空分布特征出发,首先考证这种分布特征是客观存在的,还是历史上人为造成的,然后进一步研究该区历史地震资料的完整性及在时空上的不均性分布。

二、华北地区地震时空分布特征及其存在性的考证

图1给出华北地区公元前780年至今及1250年至今 $M_s \geq 4$ 级地震 $M-T$ 图。从图上可看出两个特点:①1291年前地震记载明显地有遗漏,年代越老,遗漏越多;1477年后直观上基本完整。②地震活动自1291年后呈现出有相对平静与显著活跃相交替的特点,已经历有三次显著活跃期,1291—1368年;1477—1739年;1815—。

经考察第一时段的地震主要分布在黄河中下游流域的山西渭河带与河北平原带。第二时段与第三时段地震遍布除海域与内蒙等边远地区外的整个华北地区。另外,第二时段无论从地震强度还是持续时间上看都数第一;第三时段 $M_s \geq 6$ 级以上地震主要分布在 114°E 以东的地区。地震活动在时空上的分布特征是否反映客观现实呢?下面我们主要从时间域上来考证,对于空间域的分布特点在下一节的研究中可得到考证。

从图1中看到的华北地区自1291年以来经历有三次活跃期两次相对平静期。第一个平静期在1369—1476年;第二个相对平静期为1740—1814年。地震活动在时间上的相对平静是由于朝代的变动、战乱、饥荒等天灾人祸导致漏记地震造成的,还是客观上就存在着这种规律呢?据W.H.K.LEE等的文章中给出的“中国中部”(100—123.5°E, 30—42°N,包括华北地震区)地区由纳税统计的视人口随时间的变化概况(如图2所示)。可看到,自公元1100—1600年期间纳税人口数相对稳定,说明这时段内“中国中部”地区社会相对稳定,对地震的记载能力应相当。从1600年至1750年间纳税人口数出现过低谷,这也许与明朝到清朝的变动,满族从东北越过长城占领“中国中部”有关,对地震记载能力会有一定的影响。与前面地震时间

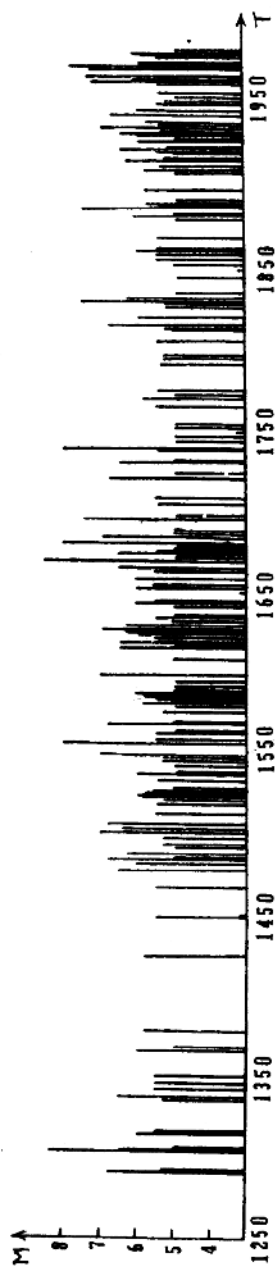
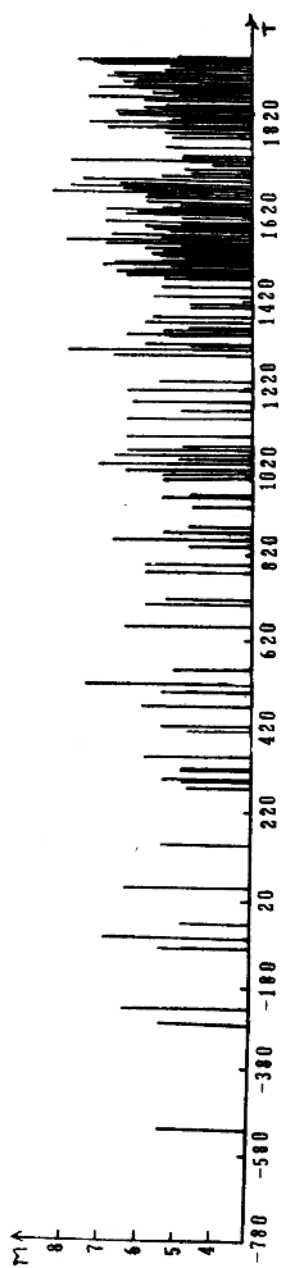


图 1 华北地区 $M \geq 4$ 级地震 $M-T$ 图

活动特征对比可得到, 1369—1476年地震活动进入低潮并不是天灾人祸造成的, 且第二个平静期从1740—1814年与视人口出现低谷的时间也不太吻合。因此, 这说明地震活动在时间上呈现出显著活跃与相对平静是客观存在的规律。这也符合岩石中应变能的积累需要一个过程的事实。

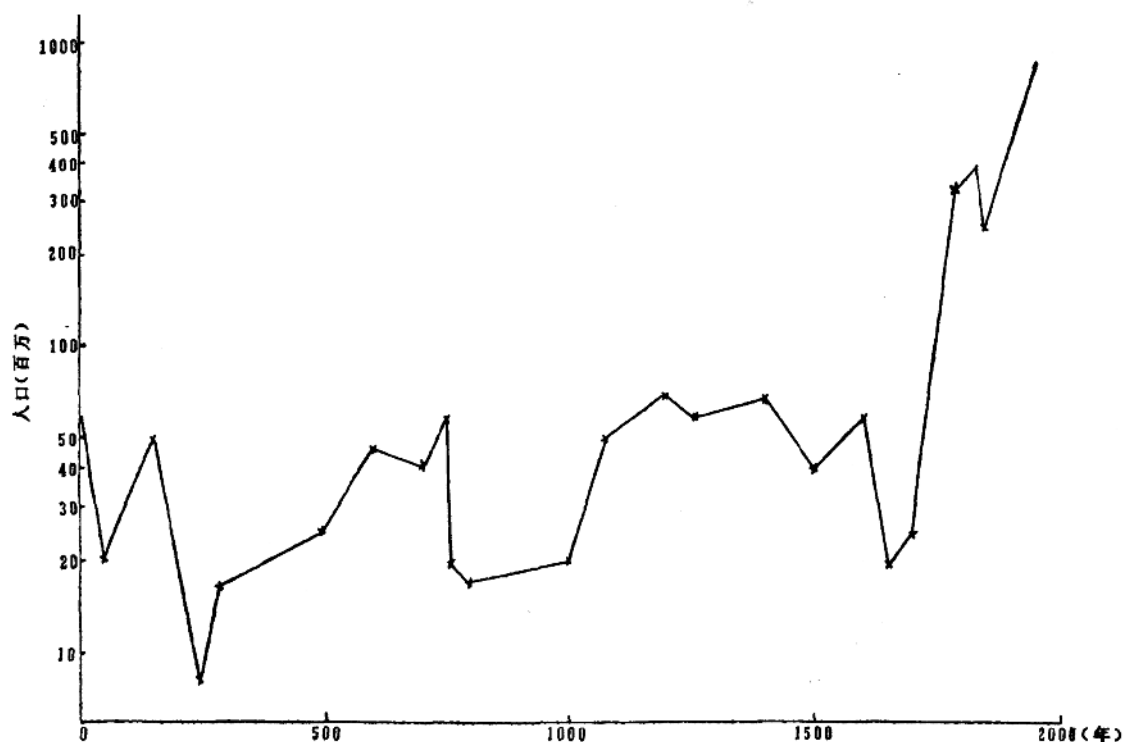


图2 据人口税统计的中国视人口概况

由于黄河中下游流域一带经历了自1291年至今三个显著活跃期的地区, 而其他地区主要在后两个活跃期内才有地震活动。因此下面我们划出黄河中下游流域地区作为研究实验区, 探讨研究历史地震资料完整的方法再推广到其他地区去。

三、地震史料记载能力的考察

我国历史源于黄河流域, 到汉唐时, 文化已有高度发展, 疆域也具规模。公元前十四世纪开始(殷代), 朝廷就设有史官, 注意到地震等灾害事件的记载。由于历史条件的限制, 从最早“泰山震”迄秦朝一千六百余年只记下12次地震, 平均百余年才有一次, 所包括的地方也只零星几处, 所以参考价值不大。东汉张衡时代, 地震记载明显增加, 但记载仍很简单, 直至南宋地方志兴起, 才渐渐有所转变。真正较丰富的记载是从明、清地方志盛行之后才发展起来。凡发生在辖区内的地震, 志书都有详细记述, 对当地有影响的境外地震, 也当作天诫记载下来。所以当全国二千余个县绝大多数有了县志之后, 地震记载便日益丰富起来了。

从上面叙述中得知, 自宋朝起就有县志, 到明中叶普遍盛行。华北地区有地震记载以来