

中国地震趋势预测研究

(1992年度)

国家地震局分析预报中心 编



地震出版社

1991年11月

258

1-1

中国地震趋势预测研究

(1992 年度)

国家地震局分析预报中心 编

地震出版社

1991 年 11 月

内 容 简 介

本书是国家地震局分析预报中心关于 1992 年度中国地震趋势问题的研究文集。书中汇集了国家地震局分析预报中心各方面专家对 1992 年度我国地震形势的中期预测争鸣意见及学术论文。

本书可供直接从事地震预测研究的专业地震工作者、地震分析预报部门的主管领导参考。

中国地震趋势预测研究
(1992 年度)

国家地震局分析预报中心 编

地震出版社 出版、发行

北京海淀区民族学院南路 9 号

北京朝阳展望印刷厂印刷

787×1092 1/16 13 印张 333 千字

1991 年 11 月第一版 1991 年 11 月第一次印刷

印数：001—600

ISBN 7-5028-0575-3 / P · 387

(964) 定价：12.50 元

• 内 部 发 行 •

序

大地震既是全球性的自然灾害，是人类繁衍生息，生产建设，社会发展的一种可怕天灾，又是瞬时突发性的严重的社会灾害。

中国的自然灾害约占全球灾害的 $1/3$ ，而地震灾害又是其中之首，无疑减轻地震灾害乃是我国重要的减灾工作之一。目前，我国的经济实力，还不能以全面提高设防标准，大幅度增加投资来满足面临灾害之需。因此，推进地震预测、预报的科学水平，仍是我国地震减灾工作的关键。

从研究内容而言，地震预测可分为三个层次：

1. 地震三要素预测

以预测地震事件的发生时间、地点和强度等三个参数为目的。自 1966 年 3 月邢台地震以来，我国在地震三要素预测和实用化研究方面，已取得长足的进步。地震三要素预测是整个地震预测的关键，它的准确性直接影响其他预测研究的效果，所以三要素预测是地震学的基本问题。但鉴于一次同等震级的地震发生在不同季节和时间、不同的地区，产生的社会灾害截然不同。我国西部人烟稀少地区发生一次 7 级乃至 8 级大震，其损失有时比东部人口稠密地区发生 5 级地震要少。因此，对于政府领导来说，光知道在本管辖区要发生一定强度的地震，仍然无法进行有效的减灾工作。

2. 地震灾害预测

以预测地震后对地球自然环境和人工建造环境的影响或后果为目的。显然，灾害状态是由地震本身特征、场地条件以及人工构筑物设防能力所决定。地震烈度是地震灾害程度的综合量度。20 世纪 80 年代以来，在地震烈度区划、地震危险性分析、地震小区划研究基础上开展了城市震害预测工作。但是，这类工作是属于静态情况下的长时间尺度的一种震害预测，对于城市建设有重要意义，但仍然不足以应付在特定条件下一旦发生地震可以有效地减灾。

3. 地震灾害损失预测，即是地震五要素的预测

在地震危险性分析和建筑物等易损性分析，以及区域或国家级建筑物设施和人口详细调查的基础上，预测未来地震灾害造成的经济损失(币值)和人口伤亡。若政府部门不仅知道本管辖区将要发生的地震的时、空、强三要素，而且还知道造成的经济损失和人口伤亡的二要素，则从理论上来说，政府才能正确决断，并采取相应有效的减灾对策。

此外，就地震活动而言，自本世纪以来，我国大陆共发生 7 级以上地震 106 次，但在区域分布上，我国东、西部之间的强震活动频度的比例为 1:7；而地震波释放能量比例为 1:25。这样的地震活动分布背景将在很长历史时期内起决定的作用。可是，未来 10 年我国又将面临地震活动的高峰阶段，预计将发生 10 次左右 7 级以上地震，那么，未来地震造成的经济损失和人口伤亡的格局又将按何种比例关系出现，这就是急需进行的地震灾害损失预测研究的目的。这项研究目前尚处在起步阶段，它的不确定性无疑比地震三要素预测要多。

在推进地震预报科学的进程中，地震三要素的中期、短期与临震预报是至关重要的，也

是世界科学的难题。随着经济发展,必须将有震预报与无震预报有机地结合,震中区三要素的预报与波及区的速报有时同等重要,尤其是人口密集的大城市。地震的强度预报必须引入经济参量,才有社会效益。

为提高中期预报水平,搞好1992年度全国地震趋势的研究、预测工作,国家地震局分析预报中心于1991年上半年专门成立了年度会商报告汇总起草小组和把数据通讯、数据库、实用化攻关软件、综合预报专家系统与会商室五个系统连结应用的技术小组。同时,加强了中期预报方法和地震趋势专题研究。1991年9月份动员集中了十个研究室近百名科技人员投入年度会商的准备工作。在近两个月的时间内,充分利用计算机设备完成了全国537个台(点)1260个观测点,2000余个观测台项以及全国各区地震资料的分析工作,绘制各种图件近千幅。最后,在充分应用实用化攻关成果及其软件的基础上,按照中期危险区追踪分析与大范围震情动态分析相结合的科学技术思路,取得了1992年全国地震形势的预测意见和重点地震危险区的判定结果。

我们必须对中期预测的依据进行跟踪研究,密切注视各项异常的发展变化,进一步捕捉短、临前兆;大力加强短、临预报攻关研究;采取切实措施,努力提高台网的监控能力;及时发现和掌握宏观前兆的发展变化;加强地震通信手段,确保微观和宏观前兆信息及时、准确地传递;加强分析研究工作,力争作好短、临预测、预报工作,以努力减轻地震灾害,为人民生命财产安全和国民经济建设服务。

由于地震预报有广泛的社会影响,因此,确定地震预测意见是一件十分严肃的事情。一方面,必须坚持科学的态度,以观测事实为基础,以已取得的经验和理论为指导,并充分考虑各种可能的复杂情况,进行认真的分析研究;另一方面,必须加强对震情分析、预报工作的管理,严格按照规定的工作程序,确定地震预报意见。

1988年6月7日国务院批准的《发布地震预报的规定》中明文宣布“各级地震部门,地震台站及地震工作者、群测点及测报员以及任何单位或个人,在地震预报意见未经人民政府批准发布前均不得向外泄露,更无权对外发布”。一切从事地震分析、预报研究的科学工作者都应当模范地遵守国家的有关法规;这是必须反复强调申明的。

本书是在短短50余天时间内,从专家评审论文到出版完成了全部过程,书中凡是应用实用化攻关软件或微机绘制的图件,均未做改动,以致图件不完全统一,这是需要说明的。全书由张国民、耿庆国、杨玉荣、阎立璋组成编辑组,具体承担编辑审定工作。本书是国家地震局分析预报中心集体智慧的产物、群策群力的结果。在此,我仅以国家地震局分析预报中心主任的名义,向为本书出版付出辛勤劳动的同志致以衷心谢忱!本书一定会存在很多不足之处,恳请地震界专家、学者们多所赐教。

陈鑫连

1991年11月18日

目 录

关于 1992 年度我国地震趋势的研究	国家地震局分析预报中心一室 (1)
1992 年度首都圈地区地震趋势研究	国家地震局分析预报中心十室 (23)
地震活动异常和 1992 年地震危险区估计	国家地震局分析预报中心二室 (42)
用水文地球化学方法对 1992 年地震趋势的初步分析	国家地震局分析预报中心三室、一室、十室 (51)
地下水动态异常与 1992 年地震趋势	汪成民等 (60)
1992 年全国大陆中期地震趋势预测概率图	黄德瑜等 (71)
应用地震综合预报专家系统 ESCEP 研究 1992 年及近期	
我国地震趋势	朱岳清等 (76)
1992 年地震趋势综合分析	姜秀娥等 (82)
1992 年我国地震趋势研究及危险区预测	焦远碧等 (91)
1991 年前兆方法预报地震检验及 1992 年趋势分析	吴雪芳等 (101)
地电异常特征及 1992 年度震情研究	汪志亮等 (111)
全国强震动态与华北 7 级地震潜在危险	华祥文等 (117)
江淮洪水、太阳活动与地震	黎令仪等 (127)
北京地区应变场的时空特征与未来地震的预测	国家地震局分析预报中心四室体应变组 (135)
对首都圈地区 1992 年地震活动趋势的估计	桂燮泰等 (140)
用绝对流动磁测资料对 1992 年地震趋势的分析	樊秀英 (143)
首都圈及山西地区地震趋势分析	马 林等 (150)
中国大陆和川滇地区地震趋势研究	郑大林等 (157)
关于太原附近地震危险性的估计	陈荣华等 (165)
利用模糊数学与脸谱分析方法对华北及首都圈地区 1992 年度地震趋势的分析	冯德益等 (168)

首都圈地区形变异常分析	吴邦素等 (175)
依据旱震关系和气象异常对 1992 年全国地震形势 预测	耿庆国等 (190)
中等地震活动增强与华北地震趋势	张国民等 (194)

关于 1992 年度我国地震趋势的研究

国家地震局分析预报中心一室^①

摘 要

1. 1991 年 1—10 月我国共发生 5 级以上地震 41 次, 6 级以上地震 4 次, 其中大陆地区发生 5 级以上地震 25 次, 6 级以上地震 1 次, 即 2 月 25 日新疆柯坪 6.5 级地震。

从地震空间分布上分析, 我国西部特别是西北地区中强地震活跃, 5 级以上地震从青藏构造块体扩展到 40°N 线以北。我国东部地区最显著的特点是华北北部地震活动明显增强, 发生 4 次 5—5.9 级地震。

从 1988 年 11 月至 1991 年 10 月大陆地区已发生 6 级以上地震 17 次(不含澜沧—耿马 7.6 级地震半个月内的 6 级余震), 7 级以上地震 3 次。平均每年发生 6 级以上地震 5.7 次, 7 级以上地震 1 次, 基本达到地震活跃期的年平均水平。从总体上分析, 3 年来大陆地区地震活动仍处于较高的水平。而 1991 年 2 月 25 日柯坪 6.5 级地震后出现的缺 6 级以上地震的平静和地震强度弱的特点可能是未来 7 级以上强震前的一种震兆异常。

2. 从我国大陆地区近几年地震活动情况分析, 自 1988 年开始进入强震多发的活跃期, 中强以上地震活动将表现为起伏增强的发展过程, 正在逐步向强震连发的高活动阶段发展。

1992 年地震活动水平可能高于 1991 年而低于 1988 年, 发生 7 级以上强震的综合概率为 75%。强震活动的主要区域仍应注意青藏构造块体的边缘地带(西藏和南北地震带)以及新疆地区。我国东部除东北深震区和台湾地区外, 其他地区为中强地震活动水平。华北北部及苏皖交界至南黄海一带有发生 5—6 级或 6 级左右地震的可能。

3. 1992 年地震重点危险区。

西部地区:

- (1) 新疆西部天山地震区 (6—7 级);
- (2) 祁连山中西段甘青交界地区 (6 级左右);
- (3) 甘肃东南及邻省交界地区 (6 级左右);
- (4) 宁夏北部至内蒙古西部交界地区 (6 级左右);

^① 丁鉴海执笔。

(5) 川滇西部交界地区 (6 级左右);

(6) 滇西南地区 (6 级左右)。

此外, 西藏中南部、南北地震带中北段及唐古拉山地震带有发生 6—7 级地震的可能, 为近年内可能发震的背景危险区。

东部地区:

(1) 京西北至山西北部 (5—6 级或 6 级左右);

(2) 苏皖交界至南黄海 (5—6 级)。

此外, 东北深震区有发生 7 级地震背景, 台湾地区有发生 7 级以上地震的可能。

引 言

在分阶段渐进式预报思想指导下, 中期年度震情趋势会商会已成为地震预报中不可缺少的工作程序和重要环节。国家地震局分析预报中心一室着重研究地震大形势, 并对全国面上各种前兆异常进行综合研究。在分析 1991 年全国震情的基础上, 研究全国各区地震活动图象和前兆异常相对集中区, 同时考虑大范围地震活动及空间环境因素的影响, 全面应用实用化攻关给出的中期年度预报包括有关前兆、测震、综合分析的方法、判据和指标, 并结合国家地震局分析预报中心及其一室的工作特色, 应用地震活动的分期分幕、动态概率、分维、自律、前兆异常密度、综合积分、综合计算、模式识别、专家系统等方法, 对 1992 年全国地震趋势和存在发生强地震的重点危险区及近一二年内可能发生强震的背景危险区进行中期预测。

1991 年度我国地震活动概况及对预测预报检验

1. 我国地震活动概况

1991 年 1—10 月我国共发生 5 级以上地震 41 次(大陆地区 25 次, 台湾地区 15 次, 南海 1 次), 其中 6 级以上 4 次(大陆地区 1 次, 台湾地区 3 次)。大陆地区唯一的一次 6 级以上地震是 2 月 25 日新疆柯坪 6.5 级地震。台湾地区最大地震为台东 6.7 级地震(图 1、表 1)。

地震活动的主要特点:

(1) 1991 年 1—10 月和 1990 年同期相比, 5 级以上地震频度高, 强度弱。但分析 3 年来大陆地区地震活动的特点, 总体上仍显示出较高的活动水平(图 2、表 2)。从 1988 年 11 月至 1991 年 10 月 3 年共发生 6 级以上地震 17 次(不含 1988 年 11 月 6 日澜沧—耿马 7.6 级地震后半个月内的 3 次 6 级以上地震), 7 级以上地震 3 次。平均每年发生 6 级以上地震 5.7 次, 7 级以上地震 1 次, 基本达到地震活跃期的年平均水平(表 2)。而 1991 年 2 月 25 日柯坪 6.5 级地震后出现的缺 6 级以上地震的平静和地震强度弱的特点可能是未来 7 级以上强震前的一种震兆异常(表 3)。

(2) 在时间分布上, 地震大体上呈现成丛活跃的特点, 1 月 2 日至 4 月 12 日发生 5 级以上地震 11 次, 平均 9 天发生 1 次。其后, 4 月 12 日至 5 月 29 日近 50 天没有发生 5 级以上地震。之后, 5 月 30 日至 10 月 1 日 4 个月的时间里发生 5 级以上地震 14 次, 也是平均 9 天发生 1 次 5 级以上地震, 这一丛地震中没有 6 级以上地震。

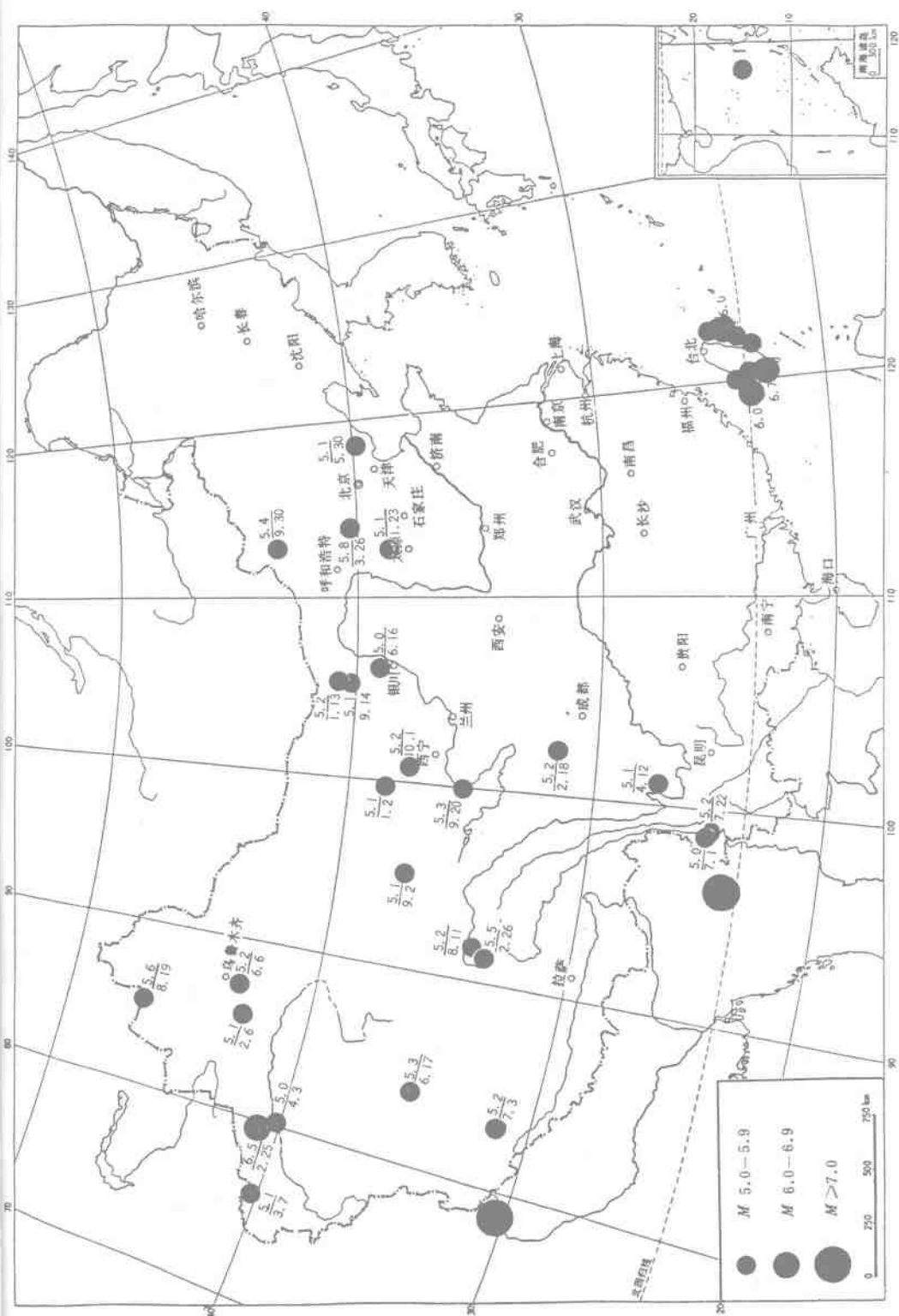


图1 1991年1—10月中国 $M_s \geq 5.0$ 地震震中分布

表 1 1991 年 1—10 月我国地震活动情况

地区	震级 次数	5.0—5.9	6.0—6.9	合 计
新 疆		6	1	7
青 海		6		6
内 蒙 古		4		4
云 南		3		3
山 西		2		2
西 藏		1		1
四 川		1		1
河 北		1		1
台 湾		12	3	15
南 海		1		1
大 陆		24	1	25
全 国		37	4	41

表 2 地震平静期与活跃期年频次对比

年 频 次 M	平 静 期					活 跃 期					1910 — 1990 年均值
	1912 — 1919	1938 — 1946	1956 — 1965	1977 — 1987	平静期 平 均	1920 — 1937	1947 — 1955	1966 — 1976	活跃期 平 均	1988.11 — 1991.10	
$M > 6.0$	22 / 8 (2.8)	38 / 9 4.2	29 / 10 2.9	34 / 11 3.1	3.3	84 / 18 4.7	44 / 9 4.9	62 / 11 5.6	5.1	17 / 3 5.7	4.0
$M > 7.0$	7 / 8 (0.9)	6 / 9 0.7	2 / 10 0.2	1 / 11 0.1	0.3 (0.4)	14 / 18 0.8	13 / 9 1.4	16 / 11 1.4	1.3	3 / 3 1.0	0.7
$M > 8.0$ 每期合计	0	0	0	0	0	3	2	0	1.7	0	5 (81 年)

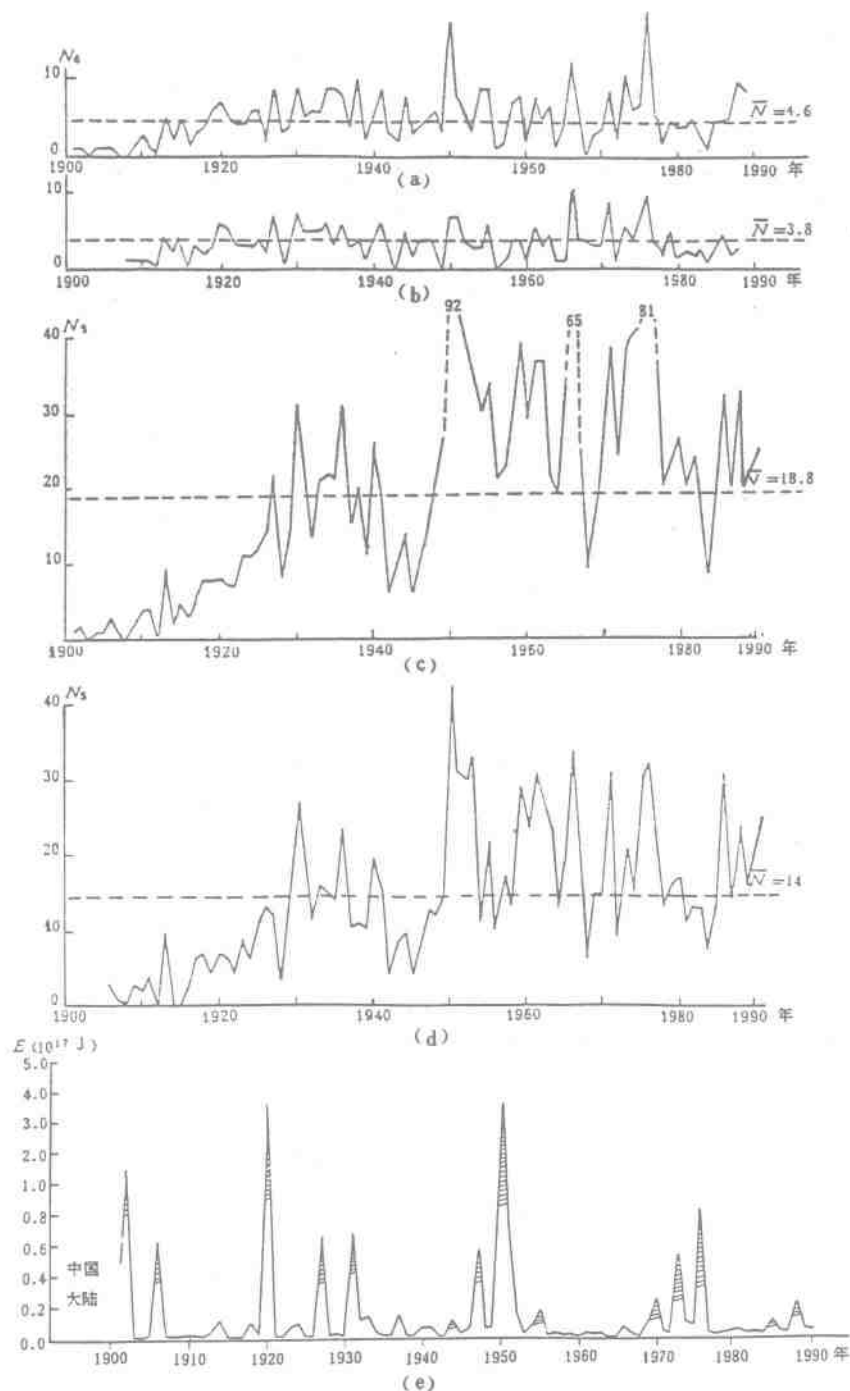


图2 中国大陆地震频度、应变能释放曲线

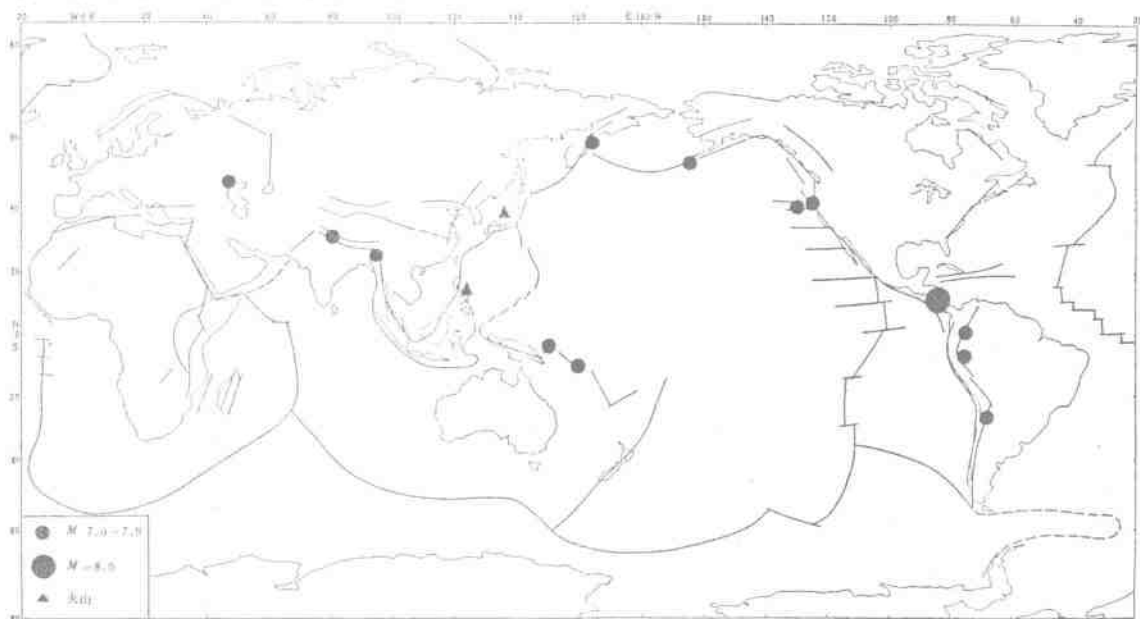
(a)~(d)为地震频度图, (a) $M_s > 6$ (包括余震), (b) $M_s > 6$ (不包括余震),
(c) $M_s > 5$ (包括余震), (d) $M_s > 5$ (不包括余震); (e)应变能释放曲线

(3) 从空间分布分析,我国西部特别是西北地区中强地震活跃,5级以上地震在青藏构造块体及其边缘地带活动,并扩展到 40°N 线以北地区。我国东部地区最显著的特点是华北北部地震活动明显增强,发生4次5—5.9级地震,这在我国东部地区是少见的。

(4) 我国大陆周边地区继续显示出地震活动增强的趋势。继1990年中苏边境地区发生斋桑7.3级地震以及在帕米尔、苏联伊塞克湖发生5次6级以上地震,我国台湾发生7.1级地震,东北深震区(境外)发生6级深震之后,1991年1月5日缅甸又发生7.6级中深震,10月20日印度发生7.0级地震,说明印度板块、太平洋板块与亚欧板块相互作用加强,将促使我国大陆内部发生强震。

2. 全球地震活动

1991年1—10月全球共发生 $M_s > 7.0$ 地震13次,其中最大地震为4月23日哥斯达黎加8.0级地震。预计1991年7级以上地震频度将低于或接近18次的多年平均水平,释放的总能量也将低于本世纪以来的年平均释放水平。在空间上地震全部分布在环太平洋地震带和亚欧地震带上(图3)。1990年环太平洋地震带的地震活动主要在西南太平洋一带,而1991年则以东太平洋地震带活动为主,西太平洋地震活动带相对较弱。1991年上半年在菲律宾和日本各发生1次引人注目的火山大爆发,从图3可看出,在地震分布图中加上2次火山爆发正好构成环太平洋地震带上大致等间距分布。亚欧地震带7级以上地震活跃是近年来值得重视的现象,1988年下半年以后地震明显增多,先后在印度北部、我国滇西南和苏联亚美尼亚发生5次7级以上地震。1990年亚欧地震带上发生了3次7级以上地震,而且频度高,其中1990年6月21日伊朗7.9级地震是1976年以来亚欧地震带上震级最高的地震。1991年亚欧地震带上又发生3次7级以上地震,其中2次发生在我国边界附近的缅甸、印度地区。如果说亚欧地震带上1988年下半年地震明显增多和1988年11月以来我国地震活动显著增强在时间和地域上存在紧密联系的话,那么近年来亚欧地震带7级以上地震的再度增强将对我国强震活动特别是我国西部的强震活动产生影响。



3. 1991 年度预报效果的检验

1991 年还有 2 个月时间, 特别是发震率较高的 11—12 月尚未过去, 因此评定 1991 年的预测效果为时尚早, 现就前 10 个月的震情作一个粗略讨论。

(1) 预测 1991 年我国大陆地区地震活动仍将处于较高水平。一室在年度报告中提出 1991 年大陆地区有发生 7 级左右地震的可能, 1991 年前 10 个月最大地震为柯坪 6.5 级地震, 没有发生 7 级左右地震。报对概率小于 1988 至 1990 年。1988 和 1990 年都发生了 7 级以上地震, 1989 年最大地震为 6.7 级。目前地震活动总水平还较低, 与预测总水平尚有一定距离。

(2) 按一室 1991 年度报告和全国会商会后填写的年度预报卡片计算, 重点危险区或趋势预报区域共 10 个。到目前为止, 已发生 5 级以上地震的有 6 个, 判断正确或基本正确的分别是: 京西北至山西地震带北段 (5—6 级); 新疆天山地震带 (6 级以上); 西昆仑地震带 (5—6 级); 甘青交界中西段 (6 级左右); 内蒙古西部至宁夏北部 (5—6 级); 唐古拉山地震带 (6 级左右)。预报准确率比 1990 年有较大提高, 见表 3。而苏鲁至南黄海 (5—6 级), 四川马边至云南下关、通海 (6 级左右), 甘川交界 (5—6 级), 西藏地区 (6.5—7 级) 等地区的预报不正确, 见表 3。考虑到预报成功、虚报和漏报的比率, 并扣除预报区中可能发生地震的自然概率 (或去掉本底概率), 1991 年危险区预测的 R 值得分将高于前几年 20%—30% 的水平, 有可能达到 40%—50%。

综上所述, 1991 年震情实况距预测的地震活动总水平差距较大, 但对重点监视防御区的预测水平比前几年有较大提高。

对我国地震形势的基本认识

前几年对“我国地震形势的基本认识”已有了详细论述, 见“中国地震趋势预测研究 (1989—1991 年度)”。我们仍坚持其基本结论。

从表 2 看出, 1988 年 11 月以后我国大陆地区已进入第 5 个地震活跃期。根据前 3 个活跃期判断, 中强以上地震活动将会起伏增强, 逐步向强震连发的高活动阶段发展, 与此同时, 7 级以上地震将表现为非线性加速的发展过程, 10 年间可能发生 10 次左右 7 级以上地震, 甚至有发生 8 级巨大地震的可能。我国西部的青藏构造块体及其边缘地带以及新疆地区可能是第 5 活跃期 7 级强震的主体活动区。与此同时我国东部地区也将进入中强以上地震相对活跃的阶段。

从图 4 可看出, 应变能积累、释放状态及大小地震比例关系, 说明我国大陆地区目前已积累相当于 7.7—7.9 级地震的能量, 如果大陆地区以 107°E 划分为东、西二个大区, 那么西区即我国西部地区已积累相当于 7.6—7.8 级地震能量。东部地区只积累相当于 6.5 级地震的能量。

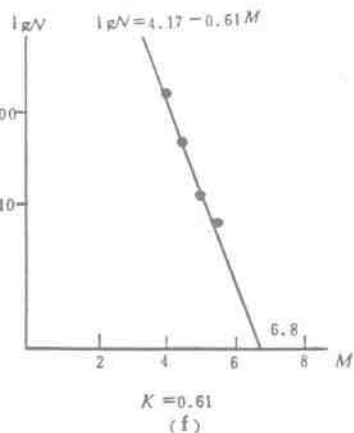
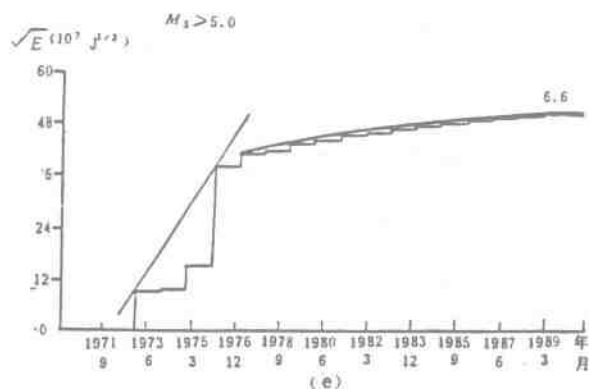
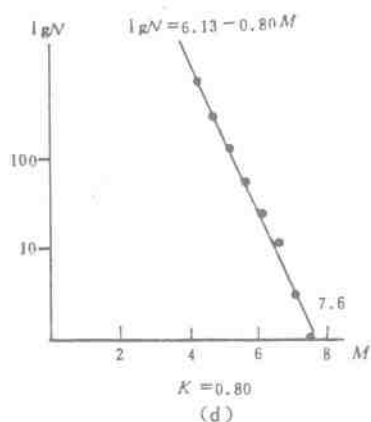
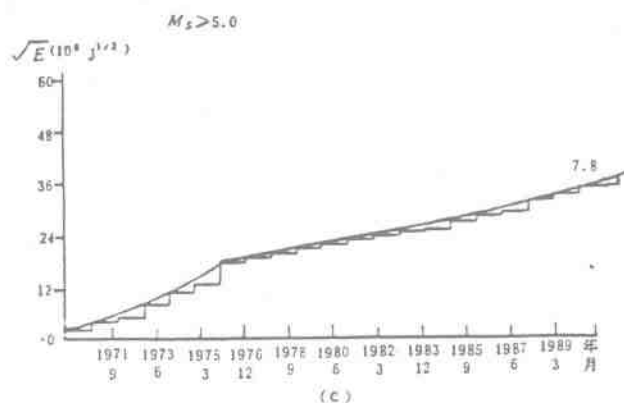
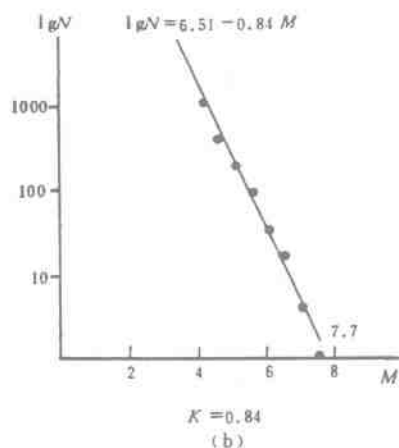
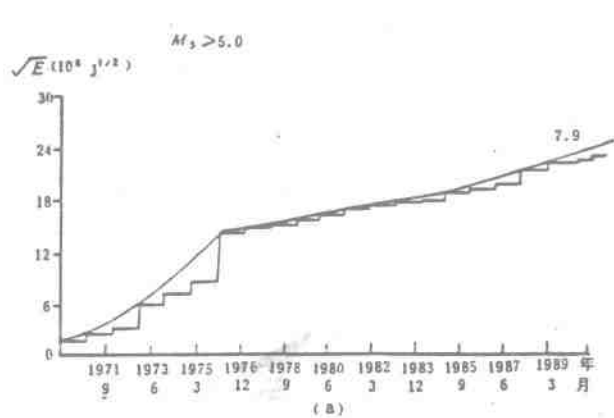


图4 1970年1月至1991年8月应变能积累、释放曲线及重复率曲线
(a)、(b)我国大陆地区; (c)、(d)107°E以西地区; (e)、(f)107°E以东大陆地区

1992 年我国大陆地区发生 7 级地震的可能性

1. 1992 年发生 7 级地震的概率估计

(1) 利用本世纪以来 7 级以上地震时间间隔的统计分布特征来预测 1992 年发生 7 级地震的可能性, 在近几年的年度预报报告中已广泛使用并取得较好效果。1990 年青海共和 7.0 级地震后如果 1991 年为无 7 级地震年份, 则利用活跃期中 7 级地震发生后第二年即 1992 年发生 7 级以上地震的概率为 78%, 认为发生 7 级地震的可能性较大。

(2) 我国大陆地区自 1991 年 2 月 25 日柯坪 6.5 级地震后已 8 个多月无 6.0 级以上地震, 据 1910 年来地震资料分析, 平静时间超过 8 个月计为异常, 共有 25 次异常, 异常后, 10 个月内发生 7 级以上地震 18 次, 占 72%; 发生 6.8 级以上地震 23 次, 占 92%。大于 250 天的平静异常 23 次, 发生 7 级以上地震 17 次, 占 74%; 发生 6.8 级以上地震 21 次, 占 92%。由此得出 1992 年发生 7 级地震的概率为 74%, 见表 4。

表 4 6 级地震的平静时间与强震发生的关系

平静天数	异常次数	$M>7.0$ (次)	对应率 (%)	$M>6.8$ (次)	对应率 (%)
> 240	25	18	72	23	92
> 250	23	17	74	21	92
> 300	12	9	75	10	83
> 450	4	4	100		

(3) 根据 1910 年以来 (1910 年以前 6 级地震资料有遗漏) 6 级以上地震平均每年发生 4 次, 活跃期为 5.6 次/年, 平静期为 3.3 次/年。取只发生 1 次或不发生 6 级以上地震的年份为异常年份, 次年或 17 个月内发生 7 级以上强震的概率为 83%, 发生 6.8 级以上地震的概率为 100%。目前, 1991 年符合只发生 1 次 6 级以上地震条件, 1992 年发生 7 级以上地震的概率为 83%。实际上如果把目前按活跃期统计, 一年发生 2 次 6 级以上地震仍可算为异常年份, 统计结果大体相似, 见表 5。

表 5 6 级以上地震年频次低值与次年强震关系

序号	当年 $M \geq 6$					次年 (或+17 月) $M \geq 6.8$				
	年	月	日	频次	M	年	月	日	M	间隔 (月)
1	1912			0		1913	12	21	7.0	> 12
2	1916	8	28	1	7.5	1917	7	31	7.5	12
3	1939	2	23	1	6.0	1940	7	10	7.3	17
4	1943	3	1	1	6.0	1944	3	10	7.2	12
						1944	9	28	7.0	18
5	1945	9	23	1	6.3	1946	1	11	7.2	4
6	1956			0		1957	1	3	7.0	(12)
7	1960	11	9	1	6.8	1961	4	14	6.8	5
8	1964	10	22	1	6.6	1966	3	22	7.2	17
9	1968			0		1969	7	18	7.4	(12)
10	1982	6	16	1	6.0	1983	2	13	6.8	14
11	1984	5	21	1	6.2	1985	8	23	7.4	15
12	1991	2	25	1	6.5	1992	7	25 前		< 17