

7943

56.05

中国地震趋势预测研究

(1994年度)

国家地震局分析预报中心



地震出版社

1993年12月

中国地震趋势预测研究

(1994年度)

国家地震局分析预报中心

(京)新登字 095 号

内 容 简 介

本书是国家地震局分析预报中心关于 1994 年度中国地震趋势问题的研究文集，汇集了国家地震局分析预报中心关于 1994 年度全国地震趋势的研究报告，有关学科、方法组的年度综合性地震趋势研究报告及有关地震趋势专题研究报告等。

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

(1994 年度)

国家地震局分析预报中心

地 震 出 版 社 出版、发行

北京民族学院南路 9 号

北京市乔庄中学印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 14.5 印张 372 千字

1993 年 12 月第一版 1993 年 12 月第一次印刷

印数：001-300

ISBN 7-5028-1060-9/P·644

(1453) 定价：13.00 元

· 内部发行 ·

编者的话

《中国地震趋势预测研究(1994年度)》一书又和大家见面了。它标志着分析预报中心1993年度震情监视预报工作即将成为历史的回顾与总结,又意味着新的一年震情监视预报工作的开始。

根据国家地震局震发科[1993]246号文《关于召开1994年度全国地震趋势会商会的通知(一号)》要求,分析预报中心各有关研究室从1993年9月下旬开始全面投入1994年度震情趋势会商的准备工作,经过认真分析和总结,共提交室级汇总报告7篇、学科、方法组及专题研究报告14篇。

本书汇集了分析预报中心1994年度全国地震趋势汇总报告,有关学科、方法组的年度综合性趋势研究报告及有关专题趋势预测报告,共22篇。

本书是在作者提供的研究报告的基础上,在丁国瑜、梅世蓉、罗灼礼、张国民研究员的指导下,由分析预报中心有关研究室同志共同努力完成的。

《中国地震趋势预测研究(1994年度)》一书集分析预报中心一年来监视预报研究工作成果,是一年来分析预报中心广大分析预报科技人员深入开展地震短临预报追踪研究工作的经验与教训的总结;是分析预报中心集体智慧的结晶。在近两个月的时间里,充分利用计算机设备完成了全国近500个台(点)、1000余个流动测点、2000余个观测台项的计算工作,并绘制了近千幅图。在充分利用日常监视预报工作经验和应用实用化攻关成果及其软件的基础上,得出了1994年度全国地震趋势的预测意见。

特别需要指出的是:1993年全国范围内地震活动水平虽然比前两年略有增强,但仍然显示出较为平静的态势,与年初地震趋势预测结果比较仍有较大的差距。这无疑给1994年度地震趋势的预测带来更大难度,有关地震大形势的分析将成为年度趋势分析研究的重点,但也是难点。就分析预报中心所掌握的全国面上资料,在年度趋势预报意见形成过程中较多地采用了年度预报判别指标和新方法的探索性研究成果;对1994年或稍长时间地震活动大形势的问题也做了认真的分析研究。

值此本书与大家见面之际,我们向多年来对我们分析预报工作给予大力支持的地震系统各单位,与我们密切合作的广大监测预报科技人员表示衷心的感谢!向为分析预报中心1994年度地震趋势会商工作及本书编辑出版工作付出辛勤劳动的全体同志表示诚挚谢意!

全书在罗灼礼、张国民、崔德海等领导同志的关心组织下,由吴冰、申裕、魏家珍、耿庆国等同志负责编辑审定工作。由于时间仓促,不免有所疏漏和不周之处,恳请各位热心作者、读者及地震预报专家指教。

1993.11.25

目 录

总报告

关于 1994 年度我国地震趋势的研究报告

..... 国家地震局分析预报中心 (1)

分报告

1994 年度我国地震活动趋势分析 国家地震局分析预报中心一室 (62)

1994 年度首都圈地震趋势研究

报告 国家地震局分析预报中心十室 (74)

地震活动性异常和 1994 年度地震

危险区估计 国家地震局分析预报中心二室 (86)

地下流体异常与 1994 年度地震

趋势分析 国家地震局分析预报中心三室 (95)

1994 年度地震趋势分析 国家地震局分析预报中心四室 (106)

1994 年度西北、川滇地区地震趋势研究 郑大林等 (113)

1994 年度首都圈地震趋势及有关

异常的说明 国家地震局分析预报中心九室 (118)

我国大陆地震形势研究及 1994 年度地震

危险区预测 焦远碧等 (121)

前兆异常研究及 1994 年度地震危险区判定 吴雪芳等 (133)

根据地下流体异常分析 1994 年度

首都圈地震趋势 韩桂珍等 (151)

我国西部及邻区地震大形势研究 陈荣华等 (155)

1994 年度首都圈地震活动趋势分析 王慧敏等 (160)

1993 年度首都圈前兆异常特征及 1994 年度

震情分析 吴邦素等 (169)

专题报告

- 对我国大陆强震活动形势的研究 刘德富 (178)
- 应用 TSIP 方法对 1994 年度地震趋势的预测 黄德瑜等 (183)
- 地震危险区划分的活动构造依据 高维明等 (188)
- 依据早震关系对 1994—1995 年全国大地震
形势的中期预测 耿庆国等 (198)
- 依据地电前兆场时空特征判定 1994 年度
地震危险区 余素荣等 (202)
- 1994 年度首都圈地震趋势的综合分析 刘桂萍等 (207)
- 加卸载响应比理论的新进展及其在地震
趋势研究中的应用 尹祥础等 (210)
- 利用模糊数学等方法对华北地区 1994 年度
地震趋势的分析研究 冯德益等 (217)

关于 1994 年度我国地震 趋势的研究报告

国家地震局分析预报中心

摘 要

1. 1993 年 1 月 1 日至 11 月 15 日我国共发生 5 级以上地震 23 次 (大陆地区 18 次、台湾地区 5 次), 其中 6 级以上地震 5 次, 最大地震为 3 月 20 日西藏拉孜 6.6 级和 10 月 2 日新疆若羌 6.6 级地震。地震活动比前两年有了较明显的增强, 这可能预示着近几年强震活动处于平静的状态将有所改变。

2. 目前仍处于 1988 年开始的地震活跃期之中, 活跃期尚没有结束的迹象。如果把活跃期分为前期 (开幕阶段)、中期 (起伏增强、步入高潮阶段)、后期 (闭幕阶段) 三个阶段, 则本活跃期经历了开幕阶段 (1988—1990 年), 已进入中期前半期 (1991—1993), 表现为强震平静, 预计 1997 年前后将步入高潮活动。本活跃期 7 级以上强震的频度和强度有可能低于以往各活跃期的平均水平, 但仍应警惕 7.5 级以上大震发生的可能。活跃期地震活动的主体地区是西藏、新疆及南北地震带。

3. 1994 年发生 7 级以上地震的可能性较大, 其综合概率为 80% 左右, 应注意青藏构造块体及其边缘地带, 特别是川、滇、藏交界地区发震的可能。

4. 1994 年我国大陆地区发生中强以上地震可能性较大的危险区:

- 1) 滇西北至川、滇、藏交界地区 (6—7 级)。
- 2) 新疆南天山西部地区 (6 级左右)。
- 3) 新疆昆仑山西部地区 (6 级左右)。
- 4) 甘东南至甘、青、川交界地区 (6 级左右)。
- 5) 宁夏北部至宁、蒙交界地区 (5—6 级)。
- 6) 山西北部至晋、冀交界地区 (5—6 级)。
- 7) 江苏沿海至黄海海域 (5—6 级)。

首都圈地震活动水平为 4—5 级。

此外, 台湾地区有发生 7 级左右地震的可能; 祁连山中西部、青海格尔木以北三湖至青、新交界、滇西南、山西带中南段等地区也有发生中强地震的可能, 应注意加强监视。

一、引言

1988年11月我国大陆地区进入本世纪的第五个地震活跃期以来,1988—1990年发生了3次7级以上地震,但1991年后已连续3年没有7级以上地震,1991—1992年我国大陆内部每年仅发生1次6.5级地震,呈现出6级以上地震少有的平静状态,而境外强震沿喜马拉雅弧地震带和帕米尔-贝加尔湖地震带持续活跃,1993年大陆境外边境地区强震活动水平下降,仅在兴都库什发生1次6.6级深震,但大陆内部相对1991—1992年而言,地震活动水平有较明显的增强,发生6级以上地震5次,最大地震为西藏拉孜6.6级和新疆若羌6.6级地震。

如何看待近3年来的地震形势,是活跃期中高潮阶段到来之前的平静阶段,还是活跃期已结束,或者说1988年以来根本就没有进入活跃期,总之,这3年的地震实况,对90年代是本世纪第五活跃期的判断,提出了挑战。面对近年来地震形势的发展,分析预报中心根据国家地震局对1994年地震趋势会商会的要求,加强了对大形势、1994年强震发生的可能性,各大区地震活动水平及强震危险区判定的研究,同时,为了克服统计资料的不足,加强了对各区实测资料的综合和物理过程的分析,加强了年度强震危险区判定指标体系的研究。在1993年度地震趋势分析研究的基础上,应用实用化攻关软件和“八五”课题最新研究成果,对1994年地震形势的发展、台网控制范围内的地震重点监视区和值得注意的地区提出了比较明确的预测意见,对当前地震形势分析中值得关注的问题进行了初步分析研究。

本研究报告是在分析预报中心1994年度地震趋势会商会和10个研究室提出的学科、专题和综合地震趋势研究报告的基础上,在梅世蓉、罗灼礼、张国民、崔德海研究员指导下,由丁鉴海执笔,吴雪芳、焦远碧、赵成达、姜秀娥、孙士宏、朱岳清等同志参加汇总编写的。

二、1993年1月1日至11月15日地震活动概况

(一) 我国地震活动概况

根据我国地震速报台网测定,1993年1月1日至11月15日我国共发生5级以上地震23次(大陆地区18次,台湾地区5次),其中6级以上地震5次,最大地震为3月20日西藏拉孜6.6级和10月2日新疆若羌6.6级地震。

大陆地区18次5级以上地震主要分布在新疆(6次)、云南(5次)、西藏(3次)、青海(2次)、四川(2次)。如果不计6级以上地震半月内发生的余震,则大陆地区共发生5级以上地震15次,发生在14个地点,即云南5处、新疆3处、西藏2处、青海2处、四川2处,见图1。

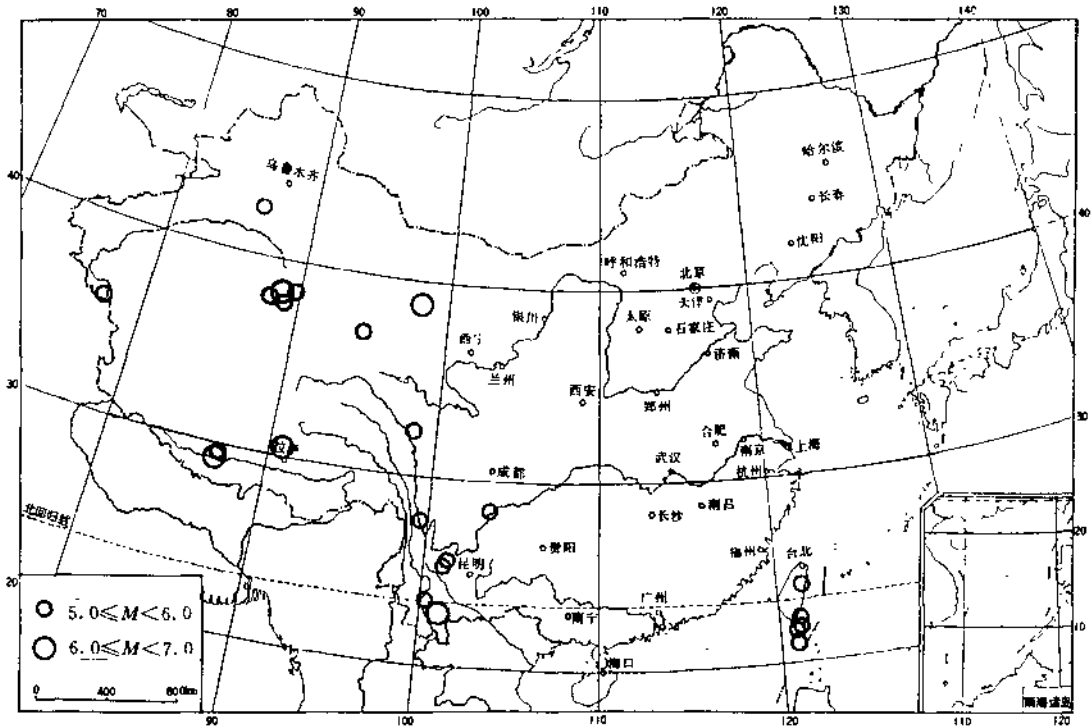


图1 1993年1月1日至11月15日我国 $M_s > 5.0$ 地震震中分布图

我国大陆地区地震活动的主要特点如下:

1. 6级地震活动明显增强

1991—1992年每年只发生1次6级以上地震,6级以上地震频度和强度之低,在以往几个活跃期中是罕见的。然而进入1993年,仅10个月大陆地区就有4个省区发生5次6级以上地震,高于上一个平静期(3.3次/年)和多年均值(3.8次/年),而达到了上一个活跃期6级地震的年频次水平(4.8次/年),见表1。

表1 活跃期与平静期地震年频度对比(不含余震)

年频次 震级	时间	1966—1976年	1977—1987年	1990—1992年
	$M > 6$		4.8	3.3
$M > 7$		1.5	0.1	0.7

2. 空间分布集中在西部

1993年大陆地区地震活动全部集中在我国南北地震带以西地区,地震活动的空间分布显示了青藏构造块体及其边缘地震活跃的图像。南部边界喜马拉雅弧地震带(可延伸到与南北地震带的交接部位)活动增强,第一季度发生3次6级以上地震。北部祁连山至阿尔金山地震带第四季度发生2次6级以上地震,显示出印度板块对我国大

陆地区的推挤仍是主要动力来源。我国大陆东部地区（不包括台湾地区）没有发生1次5级以上地震，即使多震的台湾省也只发生了5次5级多地震。可看出，到目前为止，第五活跃期的主体活动地区在我国西部，集中在青藏构造块体及其边缘地带（包括新疆南部）。

3. 地震活动群体转移明显（先西南后西北）

1993年前8个月地震活动主要集中在西南地区，发生10次5级以上地震，包括3次6级以上地震，西藏和云南两省区成为引人注目的地震活动区。9月份以后转入我国西北地区，两个月发生5次5级以上地震，包括2次6级以上地震。

综上所述，1991—1992年我国大陆周边强震活跃，1993年西部周边地区地震活动减弱。而大陆内部在6级以上地震频度和能量释放水平低的背景上，1993年有了较明显的变化，6级以上地震活动增强。在10个月时间里，青藏构造块体南北缘先后在5个地区发生5次6级以上地震，地震释放的总能量相当于6.9级地震，见图2。这些变化有可能预示着第五活跃期中的平静时段即将结束，我国西部有可能在今后一二年中逐渐进入地震高活动状态。

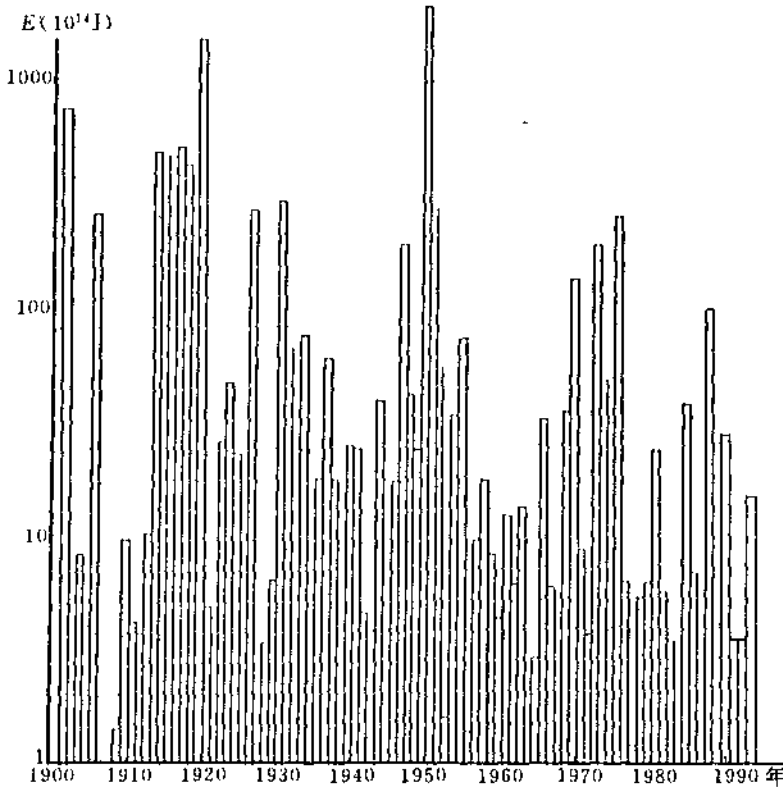


图2 中国大陆地区 $M_s > 6$ 地震年能量释放时序图

(二) 全球地震活动概况

根据我国地震速报台网测定，截至1993年11月15日，全球共发生 $M_s > 7.0$ 地震12次，全年7级以上地震频度低于本世纪以来每年平均18次的水平（图3）。1993年

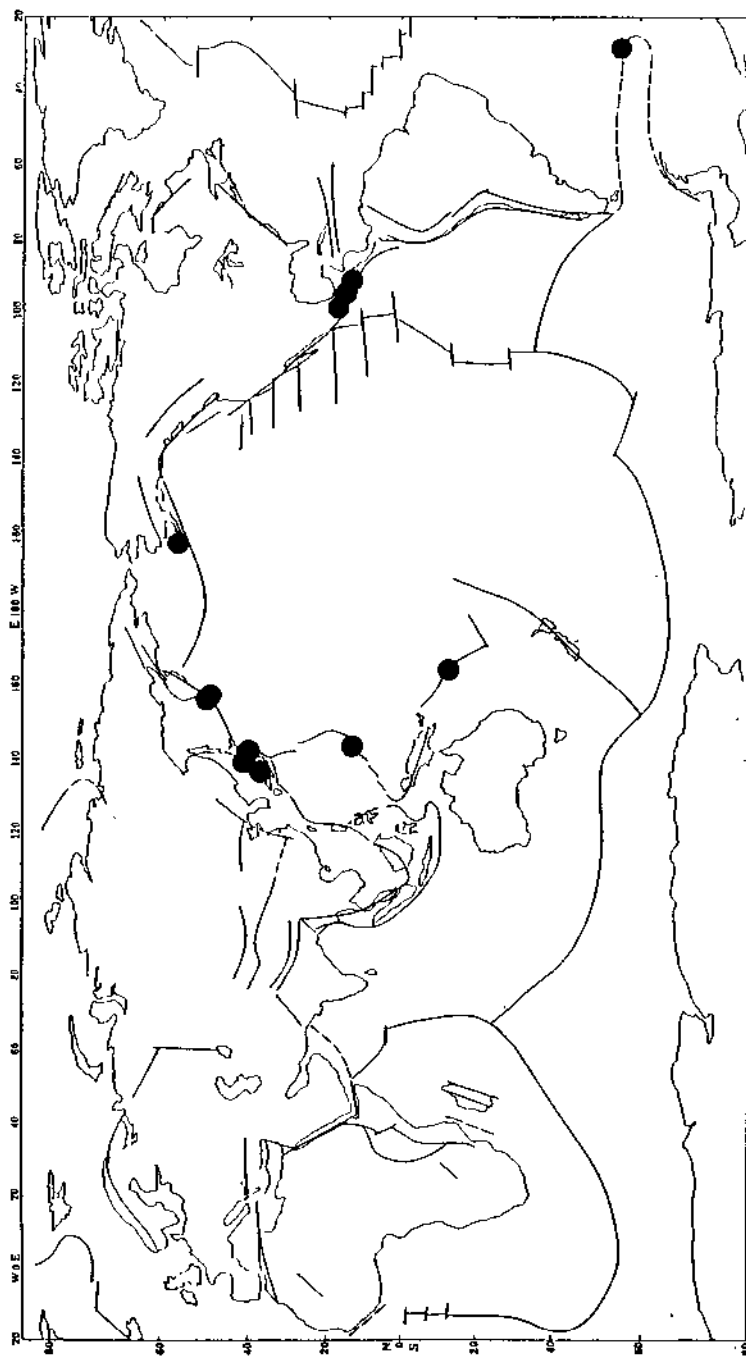


图3 1993年1—11月全球 $M_s > 7.0$ 地震震中分布图

发生的最大地震为7月12日日本北海道7.7级和8月8日关岛7.7级地震。总的地震释放能量为 $0.37 \times 10^{17} \text{J}$ ，较1992年同期有所下降，并低于本世纪以来的年平均值，处于80年代以来的低能量释放状态，见图4。

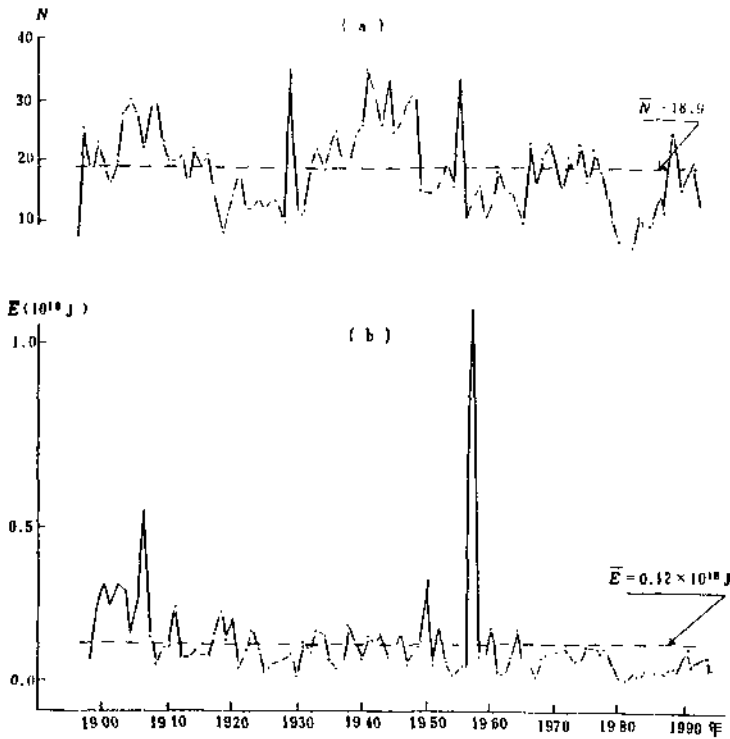


图4 1900年以来全球 $M_s > 7.0$ 地震年频度和能量释放时序图

(a) 年频度; (b) 能量释放

1993年全球7级地震主要分布在环太平洋地震带上。西太平洋地震带地震活动比1992年相对增强，而东太平洋地震带相对减弱。由于西太平洋地震带8级以上大震还未发生，目前还没表现出对我国东部地震活动的影响，随着西太平洋地震带特别是中、北段强震活动进一步增强，将对我国地震活动产生一定影响。1993年，和我国西部强震活动相关的亚欧地震带平静，没有发生7级以上地震，这可能也是我国1993年没发生7级以上强震的原因之一。

三、对1993年度中期预测效果的检验

每年11月10日前后编写年度震情趋势研究报告，使用10月份以前的资料进行趋势预测。为了使预测检验科学化和趋于合理，从1993年起按年度检验预测效果，即以1992年11月15日至1993年11月15日为1993年度，检验其预测效果。国家地震局全国地震趋势会商会在每年1月初召开，那时还可做部分改动，重新填报预测意见，以适应以整年为单位的预测，到每年年初检验一次。

(一) 对地震活动总趋势的预测效果分析

对 1993 年地震活动总趋势的预测, 有部分得到证实, 但总体上来看, 效果仍不理想。

1992 年 11 月曾预测“我国大陆地区 1993 年地震活动将高于 1992 年, 发生 7 级地震的可能性较大, 其综合概率为 75% 左右; 应注意西藏、南北地震带、新疆地区, 特别是西藏中南部和四川西部及邻省交界地区发生 7 级地震的可能”。1993 年地震活动水平比较明显地高于 1992 年, 发生 6 级以上地震 5 次, 最大为 2 次 6.6 级地震, 释放的总能量相当于 6.9 级地震, 而 1992 年只发生 1 次 6.5 级地震。但离预测水平尚有较大差距, 没有发生 7 级地震。在预测强震地区中, 西藏中南部和新疆地区均发生了 1993 年最大地震 (6.6 级), 说明地区和发展趋势的预测仍有一定效果。

预测与实况有差距的原因可能是:

1) 在年度震级的预测中, 我们广泛使用了近百年地震的统计概率性预报方法, 缺少有物理含义的年度趋势预测方法、指标、判据。

2) 对活跃期中地震起伏增强的规律认识不足, 对强震前的平静阶段长、短时段特征研究不够。在大形势预测中, 主要采用本世纪前四个活跃期的统计平均分析结果, 而对于各活跃期的个性及其差异尚缺乏研究和认识。

3) 台网监测能力不高, 青藏构造块体大部分地区无监测预报能力, 以至于大背景、大形势和实测资料无法结合。

(二) 对 1993 年度重点监视区和注意地区的预测效果较好

1993 年度地震危险区综合预测结果, 以 1992 年 11 月分析预报中心《关于 1993 年度我国地震趋势的研究报告》中的预报意见 (p1—p2) 和图 40 (1993 年度地震重点危险区综合预测结果) (p59) 以及《震情研究》1993 第一期《地震重点危险区与注意地区预测图》为准, 检验结果见表 2 和图 5。

1. 报准率与虚报率

在 8 个预报的重点危险区中, 地震三要素全部预报正确的有 2 个地区, 其一, 祁连山中西段甘、青交界地区 (6 级左右), 实际发生了祁连 $M_s6.0$ 地震; 其二, 西藏中南部 (6—7 级), 实际发生了西藏当雄 $M_s6.3$ 地震。基本正确的有 2 个地区, 新疆天山地震带 (重点是东段) 和新疆和田—民丰一带, 在危险区边缘发生了 5 级以上地震, 共占 4/8, 报准率约为 50%, 虚报率为 50%。

2. R 值评分法检验

1) 对 6 级以上地震预报效果明显好于前几年。1993 年发生的 5 次 6 级以上地震中, 发生在有一定监测能力的地区的有 3 次, 即祁连、当雄、普洱 3 次 6 级地震。祁连 6.0 和当雄 6.3 级地震发生在重点危险区内, 普洱地震发生在滇西注意地区边缘, 见图 5。对 5 次 6 级地震进行检验, 即使普洱地震不算准确预报, 其准确预报的也有 2 次, 占 2/5 (40%)。对有一定监测能力的地区的 3 次 6 级地震进行检验, 报准 2/3 (67%)。有震报准率为 40%—67%, 扣除本底概率 (近 10%), R 为 0.30—0.57。考虑到报准、虚报和漏报比率, 扣除预报区发震的自然概率, 预报得分仍较高, 约为 30%—50%, 也就是说, 非常严格地计算为 30%, 如去掉无监测能力或监测能力很弱的地区的地震, 则预报得分

可达 50%，所以对 6 级以上地震的预报取得了可喜的效果。

表 2 1993 年度中期预测意见检验结果 (1992.11.15—1993.11.15)

项 目		评 价			备 注
		正 确	基本正确	不 正 确	
危 险 区	晋、冀、蒙交界地区 (5—6级)	时			○
		空			○
		强			○
	苏、鲁交界至南黄海 (5—6级)	时			○
		空			○
		强			○
	甘肃东南及其 邻省交界地区 (6级左右)	时			○
		空			○
		强			○
	祁连山中西段 甘、青交界地区 (6级左右)	时	●		
		空	●		
		强	●		
	四川西部及邻 省交界地区 (6—7级)	时			○
		空			○
		强			○
	新疆天山地震带 (重点是东段) (6级左右)	时	●		
		空		●	
		强		●	
	新疆和田—民丰一带 (6级左右)	时	●		
		空	●		
		强		●	
	西藏中南部 (6—7级)	时	●		
		空	●		
		强	●		

2) 据统计, 对 5 级以上地震的预测不如 6 级地震的效果好。5 级以上地震不计余震, 并且同一地区同期发生的 2 次地震按一次事件统计, 1993 年度发生 18 次 5 级以上地震, 发生在无监测能力地区的有 6 次, 对 12 次进行检验, 其中有 6 次地震落入重点监视区内或重点监视区边缘 50km 以内, 共落入危险区的占 6/12, 为 50% 左右, 扣除 10% 的本底概率, R 值仍为 0.4 左右, 如果不放宽震级下限或不放宽地域范围, R 值为 0.3 左右。

3) 对《关于 1993 年度我国地震趋势的研究报告》中提出的值得注意的地区, 即宁、蒙交界, 滇西, 辽、蒙交界, 福建沿海, 晋、陕、豫交界地区, 其中 2 个地区——滇西和福建沿海发生了 5—6 级地震, 计算得到的 R 值为 0.3—0.4, 在此不再赘述。

综上所述, 1993 年度对 6 级地震预测效果较好, R 值可达 0.3—0.5。

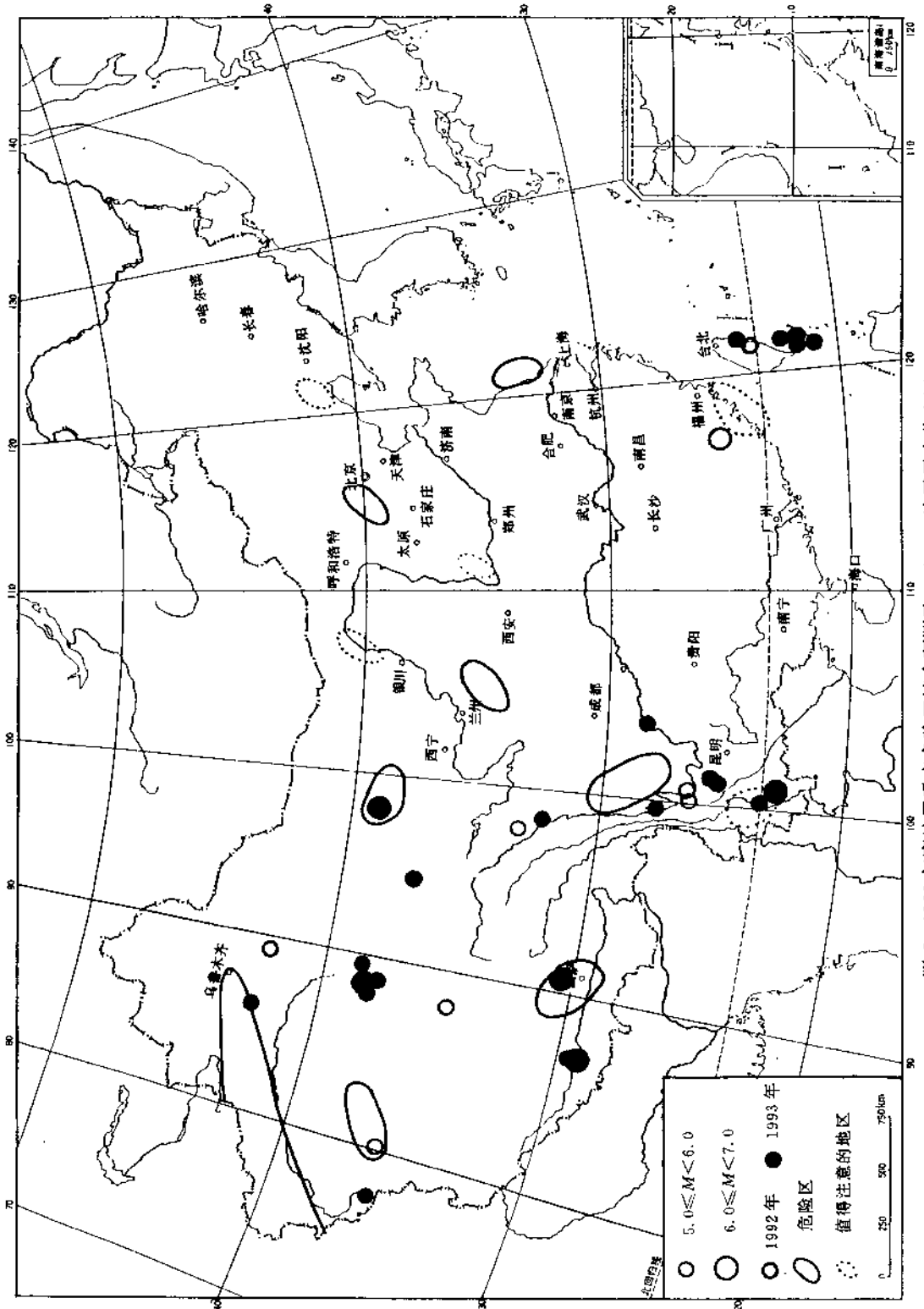


图 5 1993 年度地震重点危险区综合预测及 $M_g > 5.0$ 地震震中分布图

四、对我国大陆地区地震大形势的再研究

面对我国大陆地区地震活动水平连续3年偏低的情况，我们对地震大形势进行了再研究。1992年底分析预报中心关于地震大形势的基本认识有一定科学依据，且已得到部分证实，因此仍坚持其基本观点，即“目前仍处于活跃期”；“地震活动总体水平还不高，将起伏增强，预计90年代中、后期将进入高潮阶段，目前部分迹象表明，本活跃期7级以上地震的频度和强度有可能低于以往各活跃期的平均水平，但仍应警惕发生7.5级以上大地震的可能”；“我国及邻区地震活动的主体地区可能在喜马拉雅弧地震带、帕米尔-贝加尔湖地震带和南北地震带；和我国有关的主体活动地区是西藏、新疆及南北地震带”。其主要依据不再重复论证，现从剖析活跃期的特点入手补充一些新的认识，并作部分修正。

(一) 地震活跃期本身的特点

从活跃期本身的特点分析得出，第五个地震活跃期没有结束的迹象，将起伏增强进入高潮。

1. 从活跃期活动时间和强度分析

根据我国及邻区近百年来地震资料统计，我国大陆地区活跃期平均为12年左右，平静期平均为11年左右；如果把大陆和周边地区作为一个整体考虑，地震活动仍表现出与中国大陆地区的同步性，活跃期、平静期及强震活动的起伏时间都大致相同，最多超前或延后一二年，见表3。1993年已论证，无论中国大陆还是加上周边地区都已进入地震活跃期。中国大陆及周边地区作为一个整体已不但明显进入活跃期，而且呈起伏上升趋势，预计中国大陆持续3年的强震平静时段即将结束，在1993年回升的基础上，近一二年地震活动将继续增强，并逐渐步入高潮活动（图6），从中国大陆及邻区地震释放能量逐年变化情况也可以明显地得出此结论。

表3 中国大陆及周边地区与大陆地区地震活动对比表

区域	项目	统计量	第五地震轮回		平均	
			平静期 (1977—1987)	活跃期* (1988.11—)	平静期	活跃期
大陆及 周边 地区	时间(年)		11	5	8	14
	年频次($M > 7.0$)		0.4	(2)	0.7	1.7
	年应变($10^7 J^{1/2}$)($M > 6.0$)		5.7	(14)	6.5	24
	M_{max}		7.4	(7.6)	7.3	8.3
大陆 地 区	时间(年)		11	5	11	12
	年频次($M > 7.0$)		0.1	(0.6)	0.4	1.1
	年应变($10^7 J^{1/2}$)($M > 6.0$)		3.8	(9)	4.5	19
	M_{max}		7.4	(7.6)	7.3	8.3

* 第五地震轮回的活跃期目前没有结束，此栏括号中的数字只统计到1993年11月。

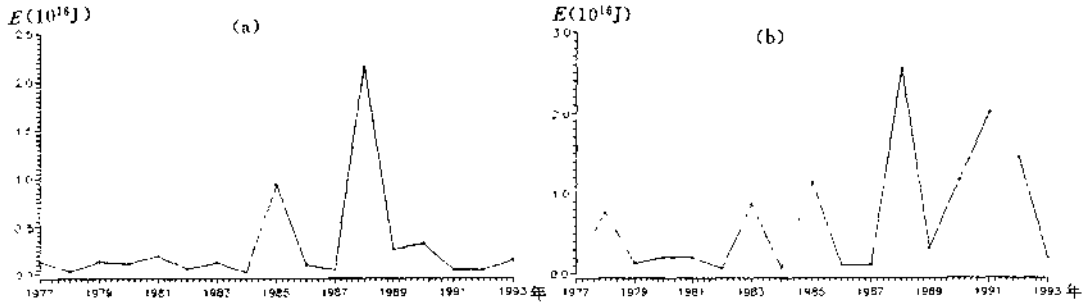


图6 1977—1993年中国大陆及邻区 $M_s > 6.0$ 地震释放能量变化曲线
(a) 中国大陆; (b) 中国大陆及邻区

2. 从每个活跃期能量变化分析

每个活跃期在其初期、中期和后期都出现能量释放的峰值。如第二活跃期分别在1920、1927和1931年出现能量释放峰值; 第三活跃期分别在1947、1950和1955年出现能量释放峰值; 第四活跃期在1966、1970和1976年出现能量释放峰值(图7—9)。80年代后期以来, 仅在1988年出现峰值, 据此可以认为本活跃期正在发展之中。

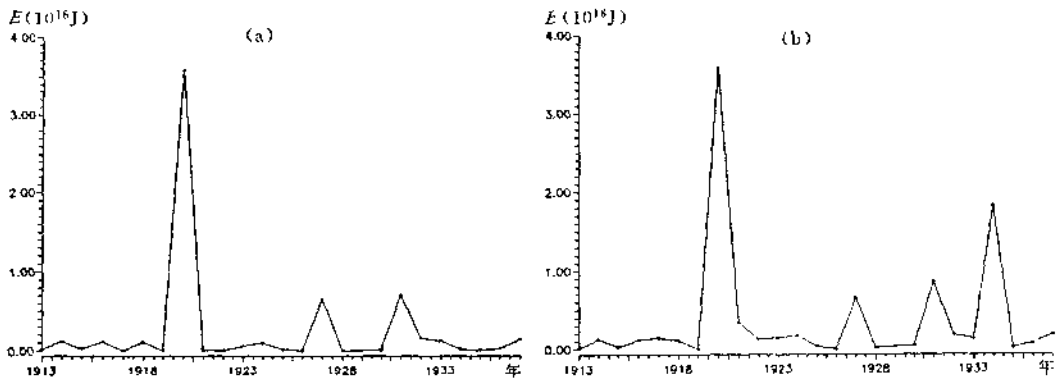


图7 1913—1937年中国大陆及邻区 $M_s > 6.0$ 地震释放能量变化曲线
(a) 中国大陆; (b) 中国大陆及邻区

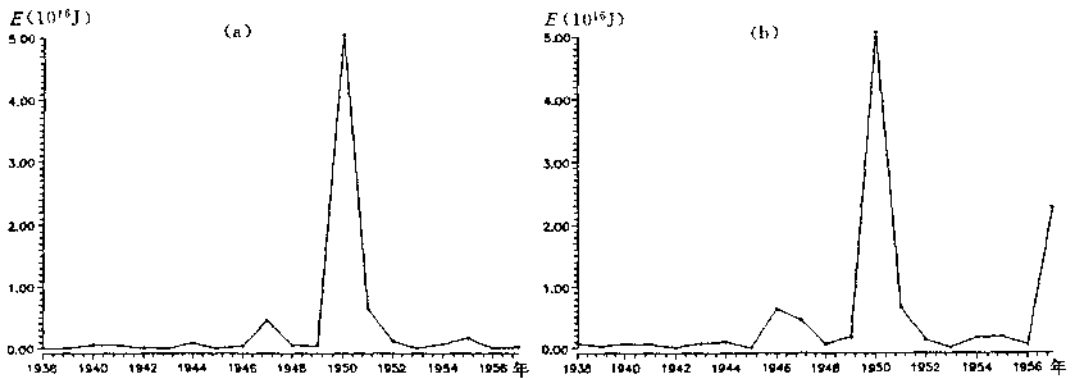


图8 1938—1957年中国大陆及邻区 $M_s > 6.0$ 地震释放能量变化曲线
(a) 中国大陆; (b) 中国大陆及邻区