机密★一年

中国地震趋势预测研究

（2001年度）

中国地震局分析预报中心



地震出版社

机密★一年

中国地震趋势预测研究

（2001 年度）

中国地震局分析预报中心

地震出版社

2000 年 12 月

图书在版编目（CIP）数据

中国地震趋势预测研究，2001年度/中国地震局分析预报中心．
—北京：地震出版社，2000.12
ISBN 7-5028-1846-4

Ⅰ．中… Ⅱ．中… Ⅲ．地震预报-中国-2001-研究报告 Ⅳ．P315.75

中国版本图书馆CIP数据核字（2000）第74896号

内 容 简 介

本书是中国地震局分析预报中心关于未来1～3年中国大陆地震大形势，2001年度中国地震趋势与可能发生中强以上地震的危险区、应注意加强监视地区及首都圈强化监视区的综合判定研究报告。书中汇集了分析预报中心1～3年地震大形势预测报告、2001年度全国地震趋势研究报告，以及预报部各学科组、分析预报中心有关研究室和技术部的研究报告共11篇。

本书可供从事地震分析预报的科研人员参考。

中国地震趋势预测研究
（2001年度）
中国地震局分析预报中心
*
责任编辑：吴 冰
责任校对：庞娅萍
地震出版社出版发行
北京民族学院南路9号 邮编：100081
北京地大彩印厂印刷
*
787×1092 1/16 14.875印张 381千字
2000年12月第一版 2000年12月第一次印刷
印数：001—300
ISBN 7-5028-1846-4/P·1067
（2386） 定价：30.00元

·内 部 发 行·

编 者 的 话

根据中国地震局对2000年度震情监视预报工作的部署和安排，分析预报中心完成了对全国震情的日常监视预报工作，顺利开展了对首都圈地区震情短临跟踪和对全国7级地震的跟踪监视工作，组织了对1～3年地震大形势的研究预测工作。在此基础上，经过广大科技人员的共同努力，11月17日召开了分析预报中心2001年度地震趋势会商会，经汇总、编辑，完成了《中国地震趋势预测研究（2001年度）》一书。它是分析预报中心过去一年震情监视预测工作和有关研究工作成果的回顾和总结，又是对未来震情趋势的预测研究成果。

在完成《中国地震趋势预测研究（2001年度）》报告的过程中，对2000年度可能发生中强以上地震的重点监视区、注意地区以及强化监视区，进行了回顾和检验；对未来1～3年地震大形势和2001年度地震趋势预测意见进行了综合分析，并充分吸收了“九五”有关重点项目的研究成果和最新认识。年度会商工作充分体现了中心以预报部为主，有关研究室和技术部结合任务特点，发挥各自优势，相互配合、突出重点，做好基础资料的处理与技术保障工作，加大综合分析力度，力争做好1～3年地震大形势的分析研究预测和2001年度地震趋势预测和地震危险区的判定工作。

本书收入了预报部汇总完成的分析预报中心对未来1～3年地震大形势的综合分析预测报告、2001年度的地震趋势预测研究报告、预报部各学科组、一室、二室、三室和地壳运动观测网络中心的分析预测研究报告共11篇。

分析预报中心地震预测意见评审委员会对分析预报中心2001年度地震趋势综合报告进行了评审。

本书的主要预测研究内容和编辑出版工作，是在分析预报中心陈建民主任，张国民、蔡晋安副主任，丁鉴海研究员统筹安排与指导下，在预报部、技术部和有关处、室和地震出版社吴冰、庞娅萍大力支持下共同完成的。由于2001年全国地震趋势会商会提前至2000年

12月下旬召开，报告的汇总以及编辑、印刷工作相对时间较紧。尽管如此，大家认真负责、全力以赴做了大量和细致的工作。分析预报中心魏家珍、申裕、宋喜先、张德成、吕金霞、田世华等同志协助选编、负责录入排版、绘图及其相关组织工作。

本书封面上的中国地震震中分布图中所示地震为2000年1～11月发生的 $M_S \geqslant 5.0$ 地震。

在此，我们再次向多年来对分析预报中心震情监视预报工作给予大力支持和关心并对有关工作提出宝贵建议、意见的中国地震局各级领导、地震系统各有关单位的专家和广大分析预报人员表示衷心的感谢！向为分析预报中心2001年度地震趋势会商准备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！

因时间和目前分析预报水平所限，本书定有不妥之处，需在今后预报探索实践中不断改进和提高，也恳请热心读者及地震预报专家批评指正。

2000年11月30日

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目　　录

总报告

2001～2003年我国强震活动趋势及重点危险区预测研究报告

…… 刘　杰等（1）

关于2001年度我国地震趋势的研究报告

…… 中国地震局分析预报中心（32）

分报告

地震活动性异常与我国2001年度地震趋势预测 …… 彭克银等（110）

地下流体学科对我国2001年度地震趋势的预测 …… 黄辅琼等（126）

形变学科对2001年度中国大陆地震趋势预测 …… 黎凯武等（145）

电磁方法对我国2001年度地震趋势的预测 …… 关华平等（157）

2001年度我国大陆地区地震趋势综合预测报告 …… 刘　杰等（171）

首都圈体应变、井水位前兆跟踪及地震危险性估计和地震

大形势的客观化数值预测模式 …… 中国地震局分析预报中心一室（191）

中国大陆主要构造带1～3年地震形势分析与地震危险区

预测研究 …… 吕晓健等（202）

未来3年中国西部和华北地区地震趋势预测研究 …… 李　丽等（213）

中国大陆1998～2000年地壳运动与地震危险性分析 …… 顾国华等（224）

·总　报　告·

2001～2003年我国强震活动趋势及重点危险区预测研究报告

刘　杰　傅征祥　陈学忠　张国民　张晓东　孙士宏　顾瑾平
刘桂萍　丁鉴海　陈荣华　杨文政　牛安福　黄辅琼

摘　要

在综合分析我国地震背景性和前兆性观测资料的基础上，预测2001～2003年我国强震活动趋势及重点危险区，认为2001～2003年是我国大陆20世纪以来的第Ⅴ强震活跃期与第Ⅵ平静期的交替时期。期间我国大陆西部将可能发生1～2次7级左右的地震，最大震级可能不会超过7.6级，7级大震的主体活动地区在大陆西部的青藏构造块体及其边缘和新疆天山地区；我国东部地区将继续保持中强地震的相对活跃状态。重点危险区为：

(1) 藏、青、川交界及周边地区（M_S6～7）；
(2) 青海中部地区（M_S6～7）；
(3) 滇西南（M_S6～7）；
(4) 新疆乌恰—塔什库尔干地区（M_S6～7）；
(5) 滇西至川、滇交界地区（M_S6）；
(6) 川、滇交界东部（M_S6）；
(7) 甘、青、川交界地区（M_S6）；
(8) 南天山地震带中部拜城一带（M_S6）；
(9) 宁夏北部至宁、蒙交界地区（M_S5～6）；
(10) 晋、冀、蒙交界地区（M_S5～6）；
(11) 渤海海峡及其邻近地区（M_S5～6）；
(12) 南黄海地区及沿海地区（M_S5～6）；
(13) 福建沿海至粤、闽交界地区（M_S5～6）。

一、引　　言

几年尺度的地震大形势研究和未来10年地震重点监视防御区预测研究已逐步发展成为带有我国特点的地震预报研究的特定领域。上述预测研究不仅可为年度趋势预报提供重要的基本背景，而且对中短期乃至短期预报也有重要的指导意义。地震大形势预报还有广

泛的社会应用前景，“八五”期间，根据地震大形势研究等成果而确定的我国未来10年重点监视防御区，已成为“九五”、“十五”期间，国家制定防震减灾工作的基本依据。地震大形势研究的成果正在被国家重大工程建设、保险业、防灾业等有关部门应用。因此努力推进地震大形势的研究，提高其预测水平是一项非常重要的，与国民经济持续发展密切相关的任务。

1．地震大形势预测的基本内容

（1）对未来几年全国地震总形势的预测，如对地震活动总体水平（活跃或平静，高或低，最大地震震级）的判断；地震活动的总体发展趋向（活跃向平静，高向低，或反之）的判定等。

（2）对未来几年强震主体活动区域的判定。预测活跃期强震活动空间格局的总体态势，研究各分区和地震危险区的震情发展。

（3）对未来几年的地震危险区及其危险程度（震级强度）的判定。在强震主体活动区判断的基础上，结合各地震危险区的发展过程、震兆特征、异常指标显示等，圈定未来几年的地震危险区，预测其危险程度（震级强度）。

2．地震大形势预测的科学思路

中国陆区的地震活动既具有每个地震孕育、发展、发生的个体特征，又有多个强震成组孕育、成组活动的群体性特征。个体寓于群体之中。每个震源区强震的孕育、发展、发生的过程及对其全过程的监测是长、中、短、临阶段性预测和圈定地震危险区的理论基础和工作基础。而强震成组孕育、成组活动的群体性特征所显示的我国地震活动具有活跃期和平静期交替的特征，又构成了我们强震活动趋势预测研究的最重要的基础。在我国地震预报研究中，多年来逐步形成了“场的动态监视和源的过程追踪”相结合的科学思路。这里所说的“场的动态”，主要是指强震成组孕育、成组活动的群体性特征及在此过程中的多种前兆场的整体性变化特征。而“源的过程”则是指震源孕育、发展和破裂过程的个体特征。针对具体的地震大形势分析，其科学思路可概括为：

（1）对未来几年全国地震总形势的预测，采用“以场为主、场源结合”的思路。

（2）对未来几年强震主体活动区域的判定，采用“场源并举”的思路。

（3）对判定未来几年的地震危险区及其危险程度（震级强度），采用“以源为主、场为背景”的思路。

由上述几点可以看到，地震大形势研究和我国总体的地震预报思路一致，是场源结合的思想，但以场为主，即其更多地建立在对场动态的监视和研究上，亦即建立在强震成组活动及其前兆场变化的群体性特征的基础上。

3．地震大形势预测的理论基础简述

大量的研究指出，中国大陆及其边邻地区是一个相对独立的和统一的板内大陆地震区。在该地震区内，包括多个运动块体，它们的运动状态不仅受前新生代构造格架的制约，而且反映出它们和印度板块、太平洋板块、菲律宾板块与欧亚板块之间相对运动状态有密切关系。活动块体边界常常是强震活动地带。中国大陆及其边邻地区含有26个地震带，每个地震带又有若干震源体，构成一个含有20多条地震带、700多个潜在震源体的统一的孕震大系统。印度板块和太平洋板块的挤压碰撞和俯冲是中国大陆孕震大系统的主要边界动力源（还可能有岩石圈底部的动力作用等）。

根据中国大陆孕震大系统的总体格局，张国民等在1993年曾提出构造块体成组孕震模型，建立了一组孕震动力学方程组，在设定的边界动力条件下求解该孕震大系统中各地震带和每个震源区在孕震过程的应力、应变值。进而给出一幅孕震大系统中强震成组孕育、成组活动的时空演化图像。图像表明：

(1) 地震活动平静和活跃相交替的轮回活动与孕震系统显示的应力积累和释放相呼应，从而揭示了地震成组活动（轮回性活动）的物理力学机制。而且，只要地壳动力环境持续存在，孕震大系统的轮回性地震活动也将持续下去。

(2) 在每个地震活动轮回中，地震频次呈现指数型时间分布。在地震成组活动中，每个轮回的地震时间分布从整体上看由疏到密，即组内相邻两次地震的时间间隔逐渐减小。可用指数函数 $N = Ae^{bt}$ 来拟合累计频度的时间变化。这种由成组孕震模型的理论结果所给出的地震活动指数型时间分布特征与实际地震区的强度活动特点是十分一致的。

(3) 不同的地震活动期（即不同的地震轮回）具有不同的主体活动地区。

(4) 各轮回地震活动的频度、强度、持续时间和空间分布都存在差别。

同时，基于统计物理学等的震源物理概念，大地震是发生在孕震系统处于“临界状态”之时，在大地震发生之前，在“临界区”中，将可能出现中小地震加速活动的过程，以及相伴其它地球物理场等的异常变化过程。该理论概念的结论与观测到的中长期地震前兆过程相符。

4. 地震大形势预测的基本方法

当前，在几年尺度的地震趋势预测研究领域内，有两类基本预测方法：背景性预测方法和前兆性预测方法。

1) 背景性预测方法

基于地震学、地震地质学和大地测量学等观测，确定过去历史上地震发生的速率，去评估地震断层系或地震区（带）未来地震活动的总体水平和危险性。由地震学，古地震和活断层活动速率等记录得到的地震震级－频度分布关系，强地震的幂式变化，以及地震复发时间间隔的频率分布等统计特征，去估计地震区（带）的地震活动速率和未来地震发生的概率，是地震背景性预测中最广泛采用的方法。另外，基于全球或区域地震活动之间存在的时间响应，以及太阳、月亮和地球等天体运动过程等环境因素对地球岩石层地震活动的调制、制约力学作用的观测和研究，对未来地震活动的趋势作出背景性判定。

2) 前兆性预测方法

基于能揭示地震断层应力－应变积累，断层发生破裂和发展过程有因果物理关系的地震学、地球物理学、大地形变和地球化学等的观测，假定它们在未来强地震发生之前在震源区及其邻区出现可识别的异常前兆变化，这些前兆性异常的时间、空间、强度变化，可能与未来1～3年内发生的地震震级大小、时间和地点有关。这些观测和分析是前兆性预测的基本方法，他们是确定未来地震危险区的主要依据。

二、1998～2000年我国强震活动预测实况和 R 值评分

中国地震局分析预报中心于1997年曾对全国有关地震研究单位的1998～2000年我国强震活动趋势意见进行汇总。根据对我国大陆、大陆及邻区、大陆内部地震分区等的历史

和近代强震活动轮回特征的统计分析，大陆强震与全球强震活动的响应分析，大陆强震序列的概率统计预测，以及大陆强震与太阳活动和地球自转速率变化的响应分析等研究，得到的结论简要为：

（1）自 1988 年开始的我国大陆本世纪以来的第Ⅴ个强震活跃期，将持续到 2000 年前后。

（2）在该活跃期后期的 1998～2000 年间，我国大陆西部将可能发生 2～3 次 7 级大地震，最大地震可能达到 7.5 级以上。7 级大地震的主体活动地区在大陆西部的青藏构造块体及其边缘，和新疆天山地震区。

（3）在1998～2000 年间，大陆东部地区将继续保持中强地震活跃的状态，可能发生多次 5～6 级或 6 级左右的地震。主要的活动地区可能在华北北部、南黄海和东南沿海一带。

根据对我国大陆近代地震活动性和地壳形变等前兆性观测资料的时空分析，以及对前兆性异常表现的综合研究，确定了 13 个在 1998～2000 年间中国大陆有可能发生强震的重点地区（图 1）：

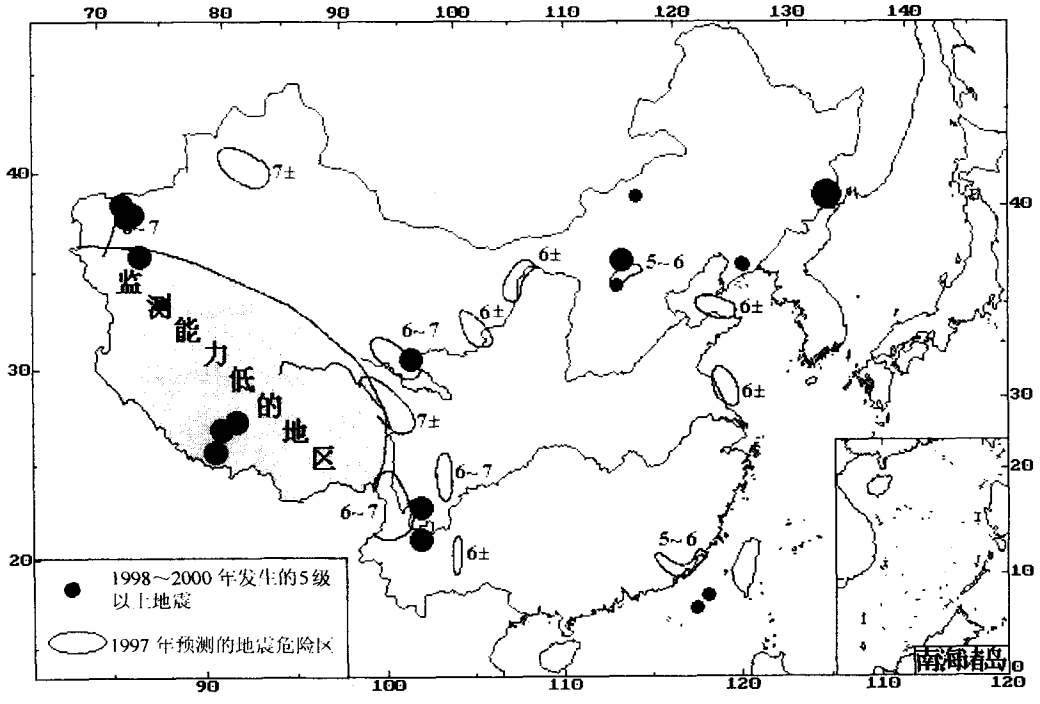

图 1　1998～2000 年间我国大陆及邻区地震危险区预测和地震（东部 $M \geqslant 5$，西部 $M \geqslant 6$）震中分布图

（1）新疆北天山西段（精河—石河子）（$M = 7 \pm$）；

（2）新疆乌恰 — 塔什库尔干地区（$M = 6 \sim 7$）；

（3）青海玛多、托索湖地区（$M = 6 \sim 7$）；

（4）川、青、藏交界地区（$M = 7 \pm$）；

（5）滇、藏、川、缅甸交界地区（$M = 6 \sim 7$）；

（6）四川康定 — 西昌地区（$M = 6 \sim 7$）；

(7) 滇东寻甸—开远地区($M=6\pm$);

(8) 甘肃祁连山东段地区($M=6$);

(9) 宁、蒙交界地区($M=6$);

(10) 京西北及晋、冀交界地区($M=5\sim6$);

(11) 渤海海峡及其邻近地区($M=5\sim6$);

(12) 南黄海及沿海地区($M=6\pm$);

(13) 粤、闽交界及沿海地区($M=5\sim6$)。

1998 年 1 月至 2000 年 11 月，在我国大陆发生的 11 次 6 级以上浅源地震列于表 1 中。同时，发生在东部 $M\geqslant5.0$ 和西部 $M\geqslant6.0$ 的地震震中亦标识在图 1 中。

表 1　1998～2000 年我国大陆浅源强震（$M_S\geqslant6.0$）参数表

发震时间（年　月　日）	北纬（°）	东经（°）	震级（M）	地　点
1998　01　10	41.1	114.3	6.2	河北张北
1998　03　19	40.2	76.8	6.0	新疆阿图什东北
1998　05　29	37.8	79.2	6.2	新疆皮山—墨玉
1998　07　20	29.8	87.7	6.1	西藏谢通门
1998　08　02	39.6	77.5	6.0	新疆伽师
1998　08　25	30.4	88.5	6.0	西藏申扎
1998　08　27	39.9	77.9	6.6	新疆伽师—巴楚
1998　09　04	28.5	87.6	6.2	西藏定日—定结
1998　11　19	27.3	100.9	6.2	云南宁蒗
2000　01　15	25.5	101.1	6.5	云南姚安
2000　09　12	35.3	99.3	6.6	青海玛多—兴海

此外，1999 年 4 月 8 日我国东北吉林汪清县发生 7.0 级深震。我国邻区发生的显著性地震事件有：1998 年 5 月 30 日在阿富汗与塔吉克斯坦交界的兴都库什地区发生 7.1 级，1999 年 3 月 29 日在中、印交界发生 6.9 级地震，2000 年 6 月 8 日在缅甸克钦邦发生 7.0 级地震。

采用 R 值评分对 1998～2000 年地震危险区预测与实际地震活动的符合程度，进行了检验（图 2）。当 $R>0$ 时，表示预测成功率高于随机概率的成功率，R 值越大，预报效果越好，$R=1$ 表示全部预测正确。计算公式为

$$R=\frac{\text{预报的实际发生地震网格数}}{\text{总的实际地震网格数}}-\frac{\text{虚报的网格数}}{\text{总的无震网格数}}$$

从图 2 可以看出，扣除余震后，1998～2000 年我国大陆有监测能力地区共发生 9 次地震（东部 5 级以上，4 次；西部 6 级以上，5 次），其中落入危险区的有云南宁蒗地震，青海玛多－兴海地震、新疆阿图什地震、张北地震和大同地震。全国按 1°×1°共划分了

需要全本请访问 www.ertongbook.com

910 个网格，其中危险区占的网格数为 91 个。按上述公式计算得到的 R 值为 0.46。与 1995～1997 年采用同样方法得到的 R 值相比，提高了 0.18。

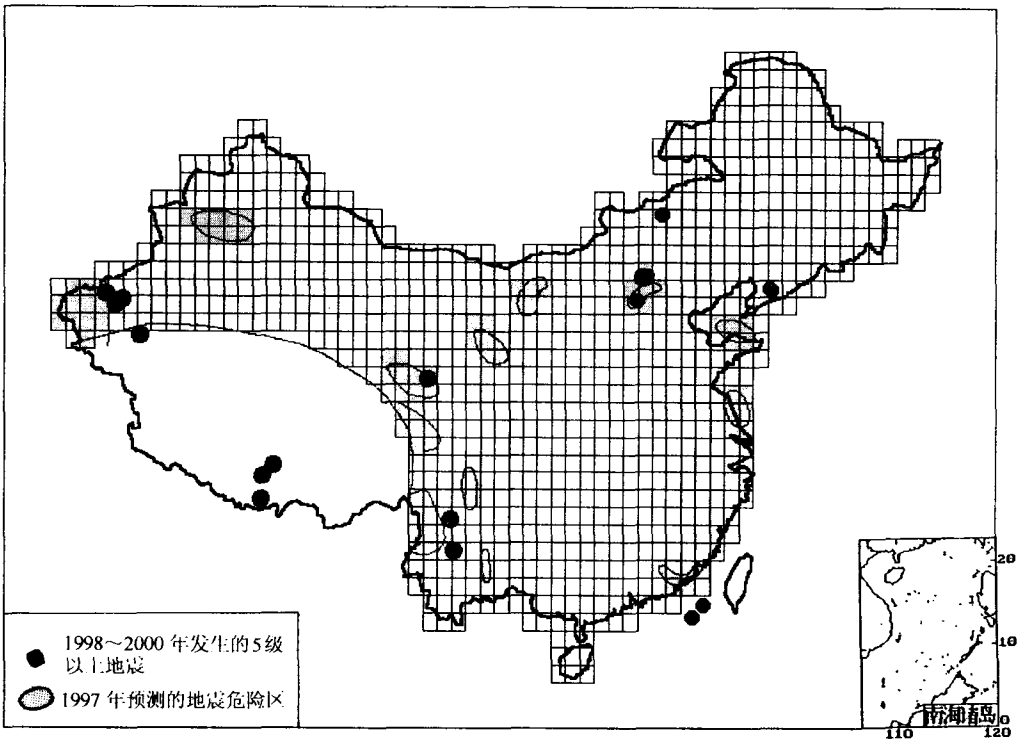

图 2　1998～2000 年 R 值评分

对比 1998～2000 年间我国强震活动状态和大形势预测的结论，表明：

（1）对强震活动总体水平的预测偏高。1998～2000 年间没有发生 7 级地震，发生了 11 次 $M \geqslant 6$ 地震，其中，10 次发生在大陆西部的青藏高原内部及其边缘，1 次发生在大陆东部华北地区的张北。

（2）对重点危险区的预测效果尚可。3 次发生在大陆西部的 6.5～6.9 级强震，落在预测震级为 6～7 级的重点危险区内或邻近；所有中国大陆西部的 6 级地震均发生在危险区内或邻近。6.1 级张北地震和 5.8 级大同地震发生在预测震级 5～6 级的东部重点危险区内。R 值评分为 0.46，表明 1～3 年的地震危险区预测方法具有一定程度的预测能力。

三、2001～2003 年我国大陆强震活动背景估计

1．中国大陆地震活动平均强度估计

统计我国大陆 1901～2000 年 6 级以上浅源地震，可以得到一条相当好的 G－R 关系曲线，$\lg N = 8.60 - 0.98\, M_S$（$M_S \geqslant 6.0$，震源深度 $h \leqslant 70$ km）（图 3）。由该曲线，可得到中国大陆各档震级的年发生率（表 2）。由于最后一次中国大陆 7 级浅源强震是 1997 年 11 月玛尼 7.6 级地震，基于伯努利模型，到 2003 年 7 级地震的发生概率为 96.5%，因此，认为未来 3 年发生 7 级强震的可能性是非常高的。

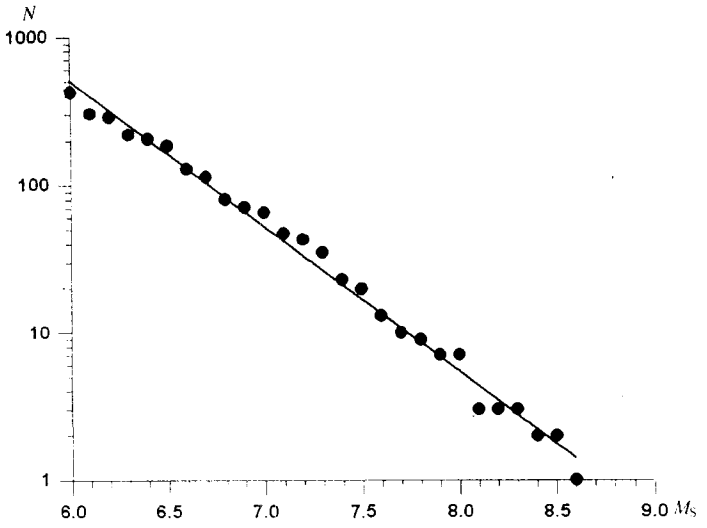

图 3　中国大陆地震 G－R 关系图

表 2　中国大陆各档震级的年发生率

震　　级	6.0	6.5	6.7	7.0	7.5
年 频 次	5.24	1.70	1.08	0.55	0.18

2．中国大陆强震幕式活动

（1）当前对中国大陆或中国大陆和邻区 19 世纪末以来成组强震活动水平起伏背景的描述，基本上采用以 $M \geqslant 7.0$ 大地震为基础划分的地震平静期（幕）和活跃期（幕）的二分法。平静期和活跃期交替出现，每个平静期及其后继的活跃期组成一个强震活动轮回。一个活动轮回表现为 10 年左右尺度的平静期和活跃期交替发生，它们是强震活动速率变化很大的两个时期。表 3、表 4 和图 4 表示 19 世纪末以来，中国大陆 $M \geqslant 7.0$ 以上强震活动的 5 个地震轮回及其平静期和活跃期的一种划分结果。这样的二分法宏观地描述了中国大陆 7.0 级以上强震活动时间过程的不均匀特征，多年来，对我国地震大形势背景预测起着重要的作用。

由表 3，按第二、三、四和五轮回统计，19 世纪末以来中国大陆 $M \geqslant 7$ 大地震平静期平均持续时间为（8.5±2.4）年，活跃期平均为（15±6）年。在不同时期内 $M \geqslant 7$ 大地震的年均次数（n）在 0.1～1.4 次之间变动。在平静期和活跃期内 $M \geqslant 7$ 大地震的年均发生次数 n 分别为（0.20±0.10）次和（1.03±0.32）次，相差 5 倍。

由表 4，按第二，三，四和五轮回统计，19 世纪末以来中国大陆及邻区 $M \geqslant 7$ 大地震平静期平均持续时间也为（8.5±2.4）年，活跃期平均也为（15±6）年。在不同时期内 $M \geqslant 7$ 大地震的年均次数 n 在 0.7～2.5 次之间变动。在平静期和活跃期内 $M \geqslant 7$ 大地震的年均发生次数 n 分别为（1.27±0.40）次和（2.20±0.30）次，相差 1.7 倍。

表 3　19 世纪末以来中国大陆 $M \geqslant 7.0$ 浅源大地震轮回及分期（计余震）

轮回	一（　～1906）		二（1907～1937）		三（1938～1955）		四（1956～1976）		五（1977～　）	
分期	平静期（～1894）	活跃期（1895～1906）	平静期（1907～1913）	活跃期（1914～1937）	平静期（1938～1943）	活跃期（1944～1955）	平静期（1956～1965）	活跃期（1966～1976）	平静期（1977～1987）	活跃期（1988～2000）
持续时间/a	?	12	7	22	6	12	10	11	11	13
地震次数 N	?	4	2	18	2	16	1	15	1	8
年平均数 n	?	0.33	0.28	0.82	0.33	1.33	0.10	1.36	0.09	0.62
最大震级 M_{max}	?	8¼	7.0	8½	7.0	8½	7.0	7.8	7.4	7.5

表 4　19 世纪末以来中国大陆及邻区 $M \geqslant 7.0$ 浅源大地震轮回及分期（计余震）

轮回	一（　～1906）		二（1907～1937）		三（1938～1955）		四（1956～1976）		五（1977～　）	
分期	平静期（～1894）	活跃期（1895～1906）	平静期（1907～1913）	活跃期（1914～1937）	平静期（1938～1943）	活跃期（1944～1955）	平静期（1956～1965）	活跃期（1966～1976）	平静期（1977～1987）	活跃期（1988～2000）
持续时间/a	?	12	7	22	6	12	10	11	11	13
地震次数 N	?	48	11	55	10	28	11	25	8	22
年平均数 n	?	0.4	1.6	2.5	1.7	2.3	1.1	2.3	0.7	1.7
最大震级 M_{max}	?	8¼	8.4	8½	7.8	8½	8.3	8.0	7.4	7.5

（2）如上所述，我国大陆强震活动轮回的平静期和活跃期二分法，是以 $M \geqslant 7$ 大地震活动水平的起伏作为分期的依据。从地震物理上说，$M \geqslant 7$ 大地震释放的能量是巨大的（2.0×10^5J 以上），可能会造成大的损失。应该注意到，地震对社会的冲击和造成的灾害损失规模，不仅取决于地震事件释放的能量，而且依赖于地震区人口、建（构）筑物、生命线工程和财富等的密集程度。往往一次震级为 6 级以上接近 7.0 级的地震发生，在人口稠密和经济发达的大陆中、东部地区，就会造成严重的地震灾害损失。因此，在研究强震活动大形势及其对社会生活的影响时，有必要降低研究的阈值，以便更客观地反映地震对社会的威胁，更好地适应社会的防震减灾需要。

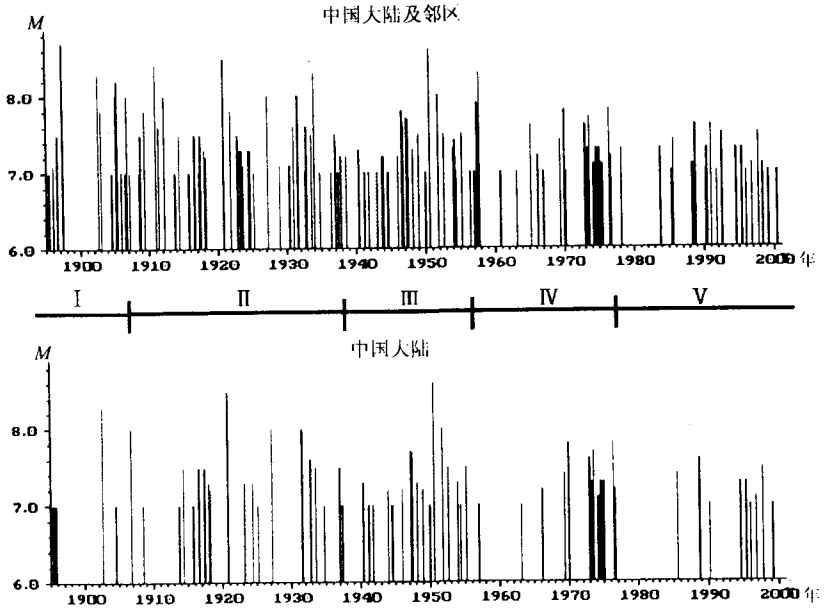

图 4　1895～2000 年中国大陆及邻区和中国大陆 7 级以上地震 $M-t$ 图

通过降低震级阈值去考察研究强震活动起伏的过程，其研究的思路是力求既基本保留 7 级地震为阈值的过程特征，以保持以往地震大形势研究结论的连贯性；同时，又能避免公众认为“平静期”内，7.0 级以上强震活动稀少，地震灾害不大的印象，从而造成社会对防震减灾工作“麻痹松懈”的后果。

按照表 3 和表 4，19 世纪末以来中国大陆 7.0 级大地震平静期和活跃期的时间划分，试验统计 6.0 级以上强震在各个期中的地震频度和年频度随时间的变化，表明对于大于或等于 6.7 级强震活动水平的起伏趋势（表 5），与 $M \geqslant 7.0$ 地震的情况相类似。

表 5　19 世纪末以来中国大陆 $M \geqslant 6.7$ 浅源大地震轮回及分期（计余震）

轮　回	一（　～1906）		二（1907～1937）		三（1938～1955）		四（1956～1976）		五（1977～　）	
分　期	平静期（～1894）	活跃期（1895～1906）	平静期（1907～1913）	活跃期（1914～1937）	平静期（1938～1943）	活跃期（1944～1955）	平静期（1956～1965）	活跃期（1966～1976）	平静期（1977～1987）	活跃期（1988～2000）
持续时间/a	?	12	7	22	6	12	10	11	11	13
地震次数 N	?	7	4	28	3	23	5	24	5	16
年平均数 n	?	0.58	0.57	1.27	0.50	1.92	0.50	2.18	0.45	1.33
活动水平			低	高	低	高	低	高	低	高

注意到在1907～1913年期间的“平静期”，可能漏记了某些6级地震，使该栏的统计数可能不准。在不同时期，年均次数变化在0.45～2.18之间，利用1913年之后的数据统计表明，在“平静期”和“活跃期”内，$M \geqslant 6.7$ 大地震的年平均数 n 分别为（0.50±0.04）次和（1.68±0.39）次。即“平静期”中的年频次稳定在2年发生1次，“活跃期”中每年发生1或2次 $M \geqslant 6.7$ 的地震。

（3）依据上面的研究结果，表6给出了中国大陆和大陆及邻区浅源大地震轮回参数平均结果的比较。按照强震活动期划分的二分法，注意到在第Ⅴ活跃期中，7级大地震的年均次数（n =0.62，见表3），明显地偏低。

表6　19世纪末以来中国大陆和大陆及邻区浅源大地震分区轮回参数比较

分　区	大陆（$M \geqslant 7.0$）		大陆（$M \geqslant 6.7$）		大陆及邻区（$M \geqslant 7.0$）	
分　期	平静期	活跃期	平静期	活跃期	平静期	活跃期
期的平均持续时间/a	8.5±2.4	15±6	8.5±2.4	15±6	8.5±2.4	15±6
期的平均地震次数 N	1.5±0.5	16.3±1.2	4.3±0.8	25.0±2.2	10.0±1.2	36.0±13.4
年平均数 n	0.2±0.1	1.0±0.3	0.5±0.1	1.7±0.4	1.3±0.4	2.2±0.3
平均最大震级 $\overline{M}_{max}$	7.0±0.4	8.3±0.3	7.0±0.4	8.3±0.3	8.0±0.4	8.3±0.3

采用上述结果，对2001～2003年地震活动背景的估计，可得到两个截然不同的结果。

第1个结果：假定活跃期平均持续时间为15年，期间发生15次7级大地震。那么，第Ⅴ个活跃期期望在2002年结束，在2001～2003年的3年内将至少再发生3次7级大地震，多则可能发生7次左右 $M \geqslant 7$ 的强震。

第2个结果：假定第Ⅴ个活跃期在1997年玛尼大地震后已结束，在21世纪初的10年左右时间将进入第Ⅵ个强震轮回的平静期，届时10年左右时间内将只发生2次左右 $M \geqslant 7$ 地震；平均发生6次左右 $M \geqslant 6.7$ 的强震。由于在1998～2000年间，没有发生6.7级强震，那么，在2001～2003年间，则应平均发生3次左右 $M \geqslant 6.7$ 的强震，包括1次7级强震。

四、2001～2003年我国大陆强震活动趋势的预测

有关未来3年地震活动趋势的预测，存在3种截然不同的观点，本文首先给出这3种不同观点的依据，最后给出对未来3年的综合分析意见。

1．中国大陆地震活动仍处在20世纪以来第Ⅴ活跃期的后期

1）*活跃期与平静期的 b 值对比*

系统研究了中国大陆每个轮回中活跃期和平静期中的 b 值，可以看到活跃期中的 b 值明显低于平静期中的 b 值（表7）。自1988年开始计算得到的 b 值为0.88，明显高于其它活跃

期中的 b 值(0.72～0.76),低于平静期中的 b 值。如果假定活跃期在1997年玛尼地震后结束,得到的 b 值为0.90,更加偏高。因此,该方法认为,第Ⅴ活跃期还未结束,还有可能发生数次7级地震,这样得到的 b 值才有可能与前几个活跃期相当。

表7　中国大陆地震活跃期与平静期的 b 值对比

分　期	第一轮回	第二轮回		第三轮回		第四轮回		第五轮回	
	活跃期	平静期	活跃期	平静期	活跃期	平静期	活跃期	平静期	活跃期
	1900～1912	1912～1920	1920～1938	1938～1946	1946～1957	1957～1966	1966～1976	1976～1988	1988～2000
$N(M_S \geqslant 5)$	58	49	357	108	358	197	361	211	344
b 值	0.59	0.56	0.76	0.86	0.72	0.99	0.76	1.06	0.88
σ_b	0.133	0.098	0.09	0.15	0.1	0.175	0.1	0.18	0.11

注：σ_b 是 b 值的均方差。

2）中国大陆连续3年未发生7级地震时5级、6级地震年频度对比

1998～2000年，我国大陆地震活动的一个显著特点是未发生7级以上地震。表8统计了历史上我国大陆连续3年以上未发生7级地震时，5级、6级地震的年频次情况。可以看到，1998～2000年5级、6级地震的分布，与活跃期中的频次相当，而高于平静期中的频次。因此，这3年处于活跃期的可能性较大，即第Ⅴ活跃期仍未结束。

表8　连续3年7级地震平静时中国大陆中强地震的年频度

时　段	地震活动状态	$M \geqslant 5.0$ 年频次	$M \geqslant 6.0$ 年频次	$M \geqslant 6.5$ 年频次
1998～2000	?	26.3	3.7	1.0
1991～1993	活跃期	21.3	3.3	2.0
1928～1830	活跃期	27.7	3.7	1.0
1956～1962	平静期	24.0	2.7	1.1
1977～1984	平静期	17.5	3.1	1.0

3）轮回高潮阶段特征分析

每个地震轮回除按平静、活跃划分外，也可分为平静期、过渡期和高潮期。第1活跃期地震主要在中国大陆周边地区活动，这种划分不甚明显，其余几个活跃期都可以清楚地这样划分。对各活跃期中7级以上地震总数 $N_{总}$、高潮期中7级以上地震个数 $N_{高}$、高潮期地震个数与总地震个数之比以及相应的释放能量之比进行分析，结果见表9。

由表9可知，前3个轮回中，7级以上地震发生的个数为16～17个，其中高潮期中发生7级以上地震个数为11～13个，都比较稳定，能量释放比均在67%以上。在第五个轮回中，无论是频次比还是能量释放比均明显偏低，因此认为，第Ⅴ活跃期尚未结束，还将继续活动。

需要全本请访问 www.ertongbook.com