

2

国家地震局分析预报中心 编

地震预报 研究



地震出版社

国家地震局分析预报中心成果汇编

地震预报研究

第二辑

国家地震局分析预报中心编

地震出版社

1989

内 容 提 要

《地震预报研究》第二辑收集汇编了国家地震局分析预报中心科研人员1982年至1983年间完成或发表的研究报告和论文。1981年以前完成或发表的报告和论文,在本辑中也作了补遗。主要内容包括地震预报综论、地震构造分析、地震活动性研究、地震预报前兆方法探讨、地震前兆特征分析以及预报方法的实验研究等。它客观地记录和反映了国家地震局分析预报中心广大科研人员在探索地震预报所走过的艰难历程。本汇编可供从事地震观测、预报研究工作者及有关大专院校师生参考。

地 震 预 报 研 究

第 二 辑

国家地震局分析预报中心编

*

地震出版社 出版、发行

北京复兴路83号

北京市通县永乐印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 25.6印张 600千字

1989年8月第一版 1989年8月第一次印刷

印数 0001—1500

ISBN 7-5028-0324-6/P·205

(713) 定价: 10.00元

编者的话

国家地震局分析预报中心《地震预报研究》第一辑已经在1986年汇集出版和读者见面了。为了继续把近年来在分析预报和科研方面所取得的一些进展和成果汇集起来，集中介绍我单位的这方面成果，以利于学术交流，再次将研究者们各种刊物发表过的或在各种学术会议上介绍过和业已完成但未公开发表的论文、报告，收集、整理、汇编成《地震预报研究》第二辑。

《地震预报研究》第二辑，主要编入了分析预报中心1982年至1983年期间完成或发表的研究论文和报告。1981年以前完稿或发表的论文或报告，未在《地震预报研究》第一辑中编入的，这次在《地震预报研究》第二辑中也作了补遗。汇集的这些研究论文和报告，凝聚着分析预报中心广大研究者辛勤的汗水，记载着探索地震预报的有益经验和艰难历程。

《地震预报研究》第二辑所编入的内容，基本上反映了当时我单位地震预报科研工作在有关学科和领域中的研究状况。

作为汇编文集，基本保留了作者当时的观点和内容，连同符合当时规定的各种计量单位也未做换算或更改，编汇过程中仅对个别文字、段落作了加工修改。

本辑汇编由三部分内容组成：

第一部分为论文、报告全文，共收入45篇，包括地震预报综论7篇，地震构造分析10篇，地震活动性研究9篇，地震预报前兆方法探讨8篇，地震前兆特征分析7篇，预报方法的实验研究2篇，其它2篇。

第二部分为论文、报告摘要，共收入7篇。

第三部分为论文、报告题目，共收入24篇。

本汇编可供从事地震观测、预报研究工作者及有关大专院校师生参考。

《地震预报研究》文集的汇编和出版是在分析预报中心名誉主任梅世蓉、主任陈鑫连、副主任张国民、曲克信、崔德海的关心指导下，得到了分析预报中心广大科研工作者的支持和帮助，由业务处负责编辑整理完成的。参加整理编辑工作的有：胡中华、吴荣辉、李茜、李栓柱、李京等同志。

《地震预报研究》第二辑

编 辑：杨玉荣 申 裕 阎立璋 高建琦 卢振恒（特约）

地震预报研究

(第二辑)

目 录

(I) 论 文 全 文

地震预报综论

- 唐山地震前后的异常变化与强烈地震预报问题的探索……梅世蓉 张国民 张肇诚 (1)
- 地震前兆与地震预报研究现状的综合评述……………梅世蓉 (39)
- 中国大陆强震的预报问题……………梅世蓉 (50)
- 关于地震预报程序的讨论……………张国民 马宗晋 刘梅富等 (60)
- 近十五年中国地震预报研究的进展……………高 旭 马宗晋 (67)
- 近期华北地区的三次震情事件……………高 旭 马宗晋 (76)
- 对中期地震预报的几点认识……………马宗晋 (83)

地震构造分析

- 全球地震构造及地壳运动……………马宗晋 傅征祥 张郢珍 (97)
- 华北地壳的多(应力集中)点场与地震……………马宗晋 (107)
- 南美俯冲带显示的板条构造……………马宗晋 (116)
- 中国大陆地震深度分布与“易震层”初探……………马宗晋 薛 峰 (122)
- 华北地区的地震地质分析……………马宗晋 (126)
- 唐山地震前地壳的异常隆起及无震蠕动……………张郢珍 (133)
- 唐山地区地球卫星数字图象处理与隐伏活动断裂……………严嵩芬 强祖基 蒋 铭等 (144)
- 菏泽地区活动断裂的卫星数字图象处理的地质解释……………林伟凡 严嵩芬 蒋 铭 (152)
- 郯庐断裂的活动性与近期华北块体内的地震……………储文宣 (154)
- 文坝地区1979—1976年隆起机制讨论……………吴邦素 何世海 刘澜波 (158)

地震活动性研究

- 唐山大震及其前后的地震活动……………吴开统 李自强 金学申等 (164)

唐山地震余震过程的探讨·····	张肇诚 (173)
强震前地震活动增强特征·····	刘蒲雄 (190)
陆区 (华北) 板内地震的一种可能原因·····	刘德富 黎令仪 (194)
中国地震与全球地震的关系·····	薛 峰 (201)
1978年5月18日海城6级地震前地震活动的某些特征·····	傅征祥 (207)
1937年菏泽大震的地震活动背景与空间环境分析·····	高 旭 刘滨兴 (215)
甘青菱形块体地震活动时空强特征·····	焦远碧 (224)
地震活动与某些天文周期的关系·····	朱岳清 邢如英 (231)

地震预报前兆方法探讨

潮汐现象和地震前兆观测·····	张国民 杨 军 (241)
用电阻率前兆观测资料估计地震活动趋势·····	桂燮泰 关华平 戴经安 (249)
地电阻率法对地震监测能力分区·····	汪志亮 (271)
邢台震群的应力场“窗口”效应·····	姜秀娥 陈非比 汤 淮 (276)
地下水化学成分 (除氡以外) 变化与地震·····	鄂秀满 张 炜 (279)
地磁场要素时序曲线的转折·····	卢振业 孙若味 (287)
大震前的S _q 谐波振幅比异常·····	陈荣华 顾小虹 (290)
电感地应力的年变化·····	申 裕 (295)

地震前兆特征分析

大地震前中、短期异常的某些特征·····	张国民 傅征祥 (299)
唐山地震短临前兆研究·····	张肇诚 (315)
持续时间比 T_H/T_V 的前兆分析 ·····	黄德瑜 孙士铨 (334)
唐山地震前的重力变化·····	吴雪芳 马 丽 邢玉安 (339)
1981年11月9日宁晋、隆尧5.8级地震前兆异常特征·····	邱竞男 王惠敏 张宗智等 (342)
勿南沙6.2级地震地电阻率异常与华北地区中强地震地电阻率异常的关系·····	王国庆 汪志亮 赵成达 (352)
三次强震与唐山矿涌水量异常动态的关系研究·····	汪成民 杨文田 卓明葆等 (357)

预报方法的实验研究

双轴压力下试件张裂和剪裂的氡射气前兆特征及对某些震例的初步讨论·····	罗光伟 石锡钟等 (379)
国内对氡的地震异常发生机理的实验室研究概况·····	罗光伟 (383)



关于我国地震前兆观测方法监测能力现状的初步讨论.....	— 室 (385)
形变台站观测资料精度评定方法的讨论.....	侯天航 (392)

(I) 论文摘要目录

华北强震的蕴育与发生对区域应力场的影响.....	张郢珍 傅征祥 蔡永恩 (397)
中国大陆及其邻区地震对称活动现象.....	薛 峰 (397)
中国第四纪活动断裂分区与地震活动性.....	强祖基 张立人 (397)
唐山地震与第四纪活动断裂.....	强祖基 张立人 (398)
唐山大震的短临前兆和震后变化.....	张肇诚 张国民 栗生平 (398)
唐山地震前地震波振动持续时间比 $T_H \setminus T_V$ 的变化	黄德瑜 孙士铨 (399)
最大主应力 σ_1 值等值线平面的分布形态与唐山7.8级地震的关系.....	李祥村 (400)

(II) 论文题目

唐山地震前后的异常变化与 强烈地震预报问题的探索*

梅世蓉 张国民 张肇诚

唐山地震是华北地区自1966年邢台地震以来发生的四次强震中的最大的一次。这次地震前后观测到了多种异常变化,对其进行了深入的剖析,可能为研究强震的孕育、发生、发展及强震预报提供有益的启示。本文在总结有关唐山地震的研究基础上,给出唐山地震前后的主要异常变化,分析其特征,着重揭示异常的复杂性,剖析其可能原因,针对预报实践中碰到的主要问题,结合对复杂性的分析、认识、吸取一些有实际意义的经验、教训,进而探索预报强烈地震的途径与方法。文中依据的资料是各单位进一步总结唐山地震后提供的较为可靠的资料。

一、唐山地震前后的主要异常变化

下面按时间顺序列出唐山及其周围地区各种资料显示的主要异常变化。

(一) 1967——1975年

1966年邢台地震以后,随着华北地区地震活动的增强,在唐山及其附近地区逐渐出现各种异常变化,摘其主要者如下:

1.唐山及其附近地区1968——1969年出现地面隆起异常。隆起中心在唐山西南,隆起最大量达40余毫米,面积约为四千平方公里(图1)。1970年起该区普遍转为下降,1972年降至低点后回升,1973年—1975年相对平稳,这种变化在震中附近的水准点上(山津25号点,图2)表现得最为典型。

2.燕山地震带,尤其是燕山带东区(即津唐滦地区)1968—1969年 $M_L \geq 2$ 级地震明显增多,1970年起小震频度转为下降,时空分布与地面形变大体相应(图1—2)。

3.1970年5月25日在丰南曾发生4.2级地震,此次地震的前后地面形变、地震活动发生上述明显变化。丰南地震的剪应力值相当高⁽¹⁾,其后唐山、宁河、滦县一带小震的应力降普遍增高⁽²⁾。

4.1970年前燕山带 $M_L \geq 4$ 级地震活动增多,并逐渐向唐山附近丛集(图3)。丰南地震前华北地区4级以上地震大体在距唐山160公里以外活动,而至唐山大震前华北地区发生的11次4级以上地震有9次发生在唐山周围。

5.华北大范围的4级以上地震自1972年起呈现条带状活动,沿东西向阴山燕山构造带和北东向河北平原拗陷带分布,唐山地震发生在两个条带的交汇部位(图4)。

*本文写于1981年11月。

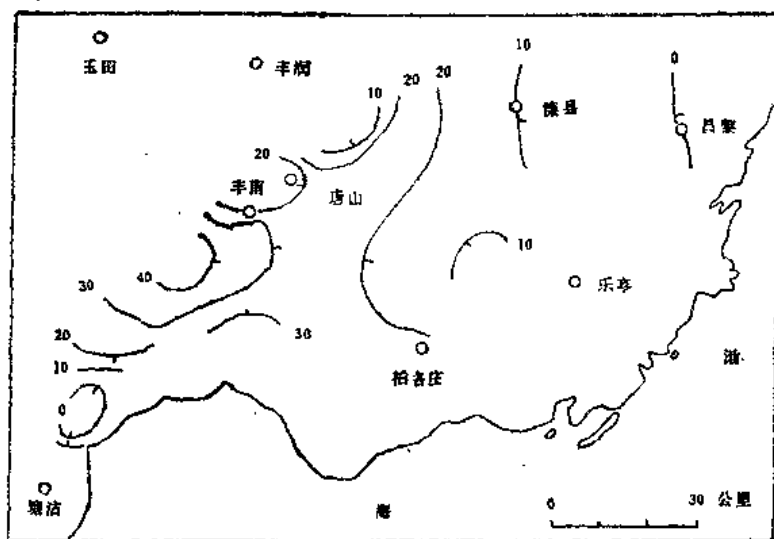


图1 唐山地区1959—1969年垂直形变图

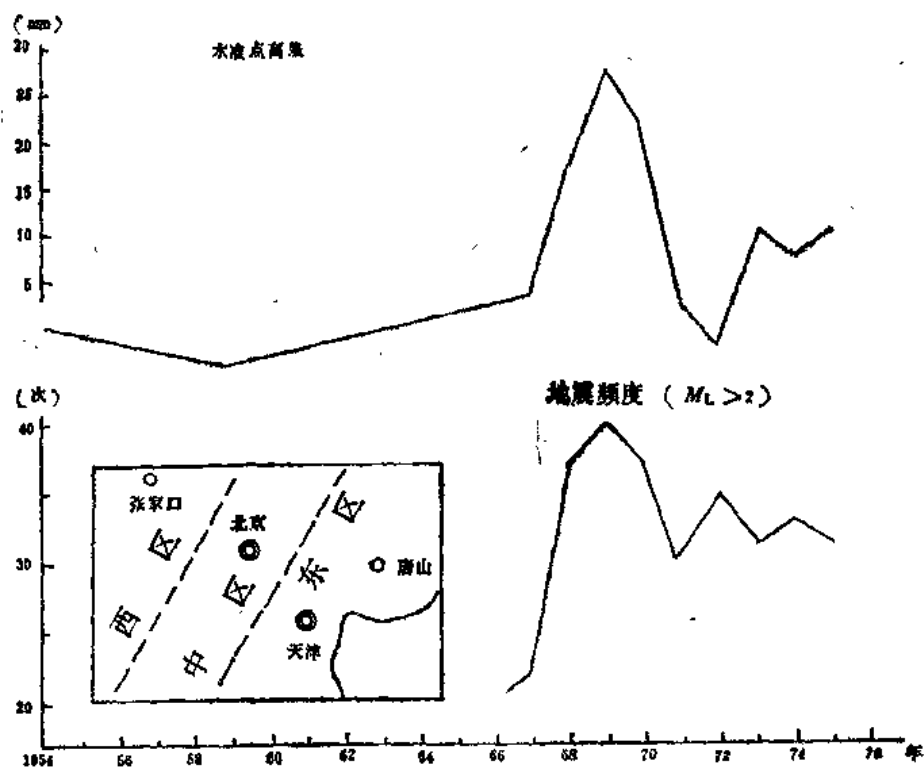


图2 震中区山津25号水准点高程变化与燕山带东区小震频度对比图

6. 京津唐地区小震综合断层面解中初动符号的矛盾比自1972到1976年6月下降 (3—4)。

7. 唐山及其周围地区b值出现异常。据不同方法的工作结果(6—6), b值在1971年底缓慢上升, 1973年下半年后转为大幅度下降, 1976年上半年略有回升后发生地震(图5a)。

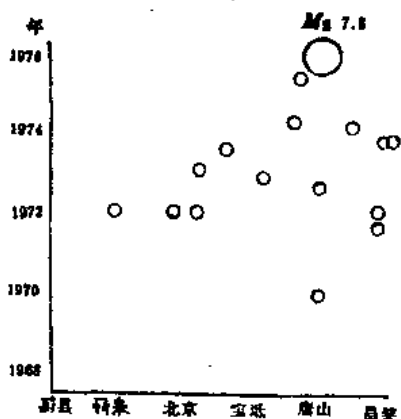


图3 1969—1976年燕山带 $M_L \geq 4$ 级地震时空分布图

8.唐山及其周围地区波速比下降,不同作者(7—9)都得到了大震前几年曾出现波速比下降变化的结果,但变化的细节有差异。据金安蜀的结果,波速比自1973年下半年起下降,1975年下半年回升(图5b)。

9.唐山地区重力值出现趋势性上升。据河北省地震局沿北京到山海关测线的流动重力测量结果,发现唐山测点重力值相对北京自1972年至1975年累计上升130微伽(图5c)。

10.唐山及天津东南部一些井孔地下水出现趋势性下降。天津的宁河、汉沽、北郊、南郊一些咸水井水位自1972年起出现趋势性下降,唐山地区的岩溶水自1973年起出现类似变化,并持续到大震前(图5d)。

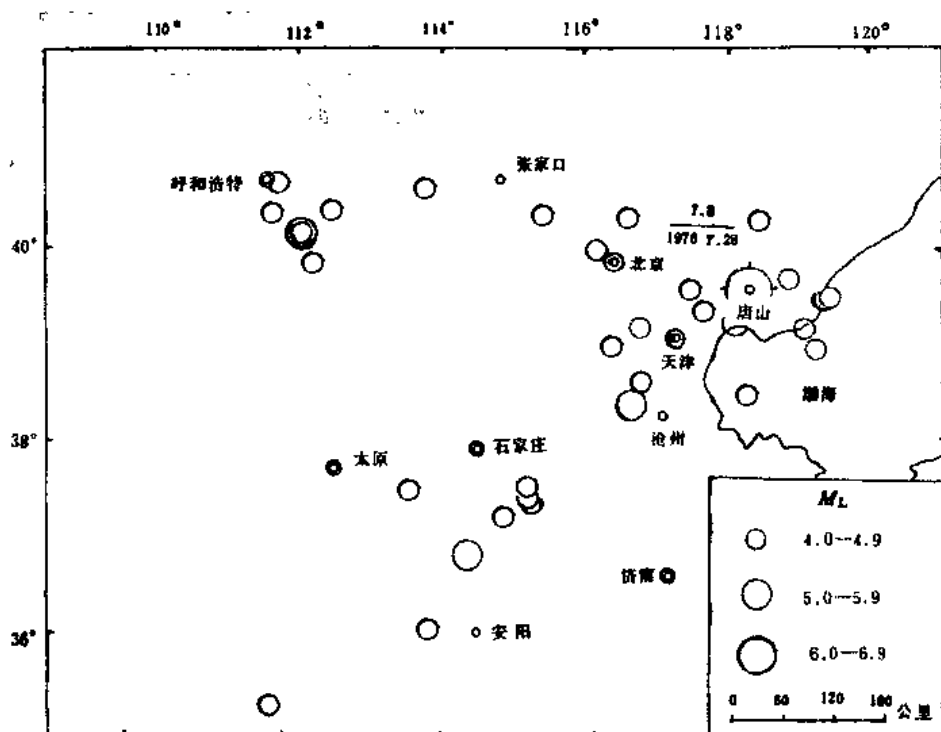


图4 1972—1976年华北 $M_L \geq 4$ 级地震分布图

11. 自1973年前后起,在京津唐地区内,观测到以北京管庄、河北滦县安各庄、田疃等为代表的多井孔地下水氯含量长趋势缓慢上升变化(图5e)。异常幅度最大达20%,一般在10%左右。

12. 京津唐地区的一些地电台的地电阻率自1973年底出现趋势性下降(图5f)。下降幅度为1—4%,其中以唐山、昌黎、宝坻等台最为显著。

13. 1975年5月起,在距唐山200公里范围内一些跨断层附近的形变观测站(点),如大

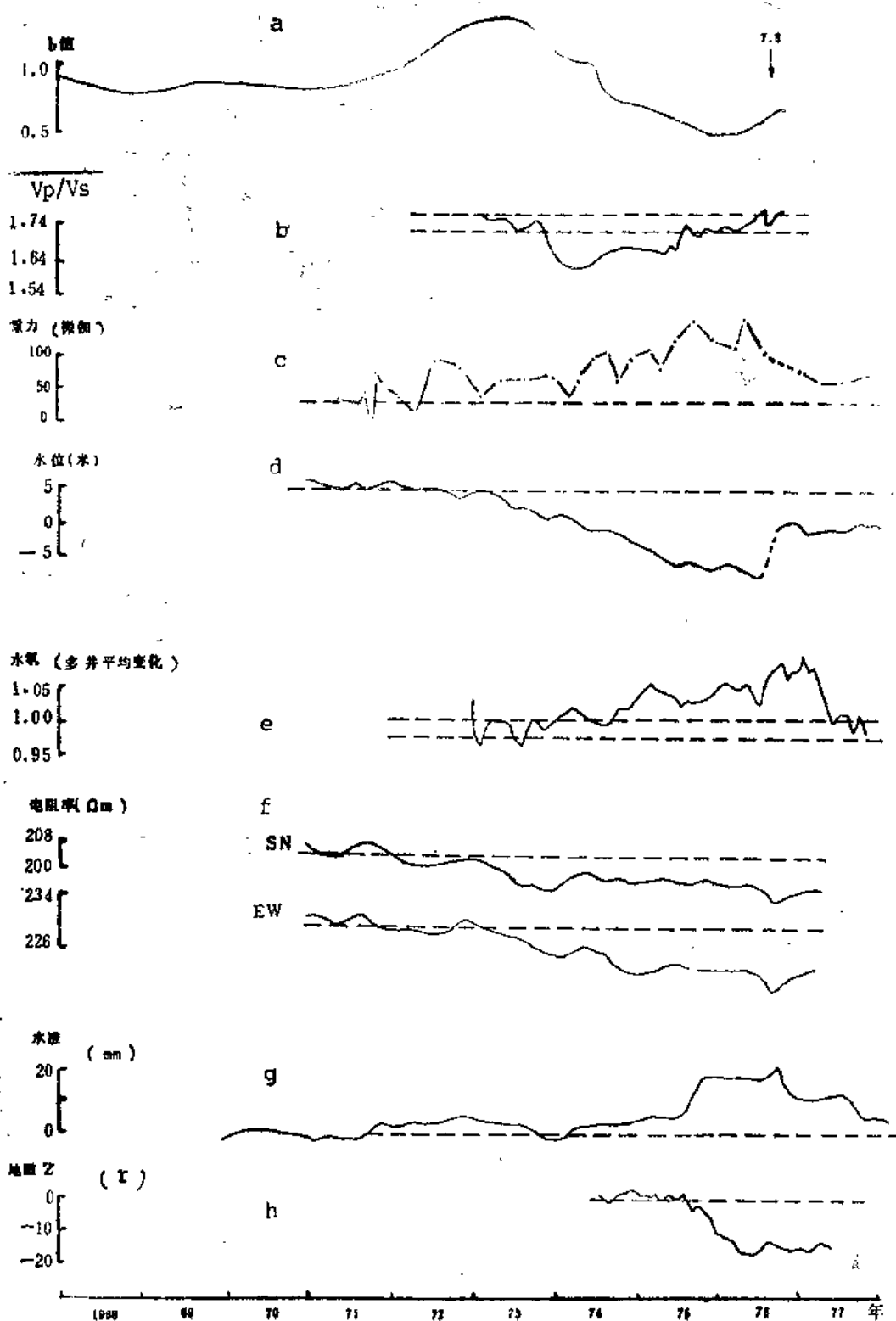


图5(a--h) b 值、波速比、重力、水位、水氦、地电阻率、水准、地磁变化曲线图

灰厂、牛口峪、香河、沧州和张山营等，观测到垂直形变量增大、断层活动加剧的变化（图5g）。其幅度均为多年观测所未见。

14. 昌黎台自1975年7月出现地磁垂直分量的下降变化（图5h）。经基本磁场长期变改正后，有11.5伽马的变化，高于误差范围。

（二）1976年1—6，7月

1976年春季，唐山及其周围地区多种项目的观测值先后改变了前几年异常变化稳定发展的状态，出现了加速、恢复、转折等变化。部分原先未显示出趋势异常的观测项目出现了新的异常。

1. 重力值出现大幅度上升。据河北省地震局沿三河到乐亭流动测线上3月24日和7月5日两次测量结果对比，发现此期间唐山到滦县重力值幅度上升，最高达180微伽（图6）。



图6 三河—乐亭测线重力变化图

2. 断层位移异常的转折和加速变化。京津唐地区一些形变台站自1975年5月开始的趋势异常，在1976年4月先后出现明显转折或加速变化。如北京的大灰厂、牛口峪，河北省香河、沧州，天津的张道口、宁河等（图7a，8）。

3. 少数地电台观测到地电阻率加速下降变化。如昌黎台、马家沟台自5、6月起大幅度下降，唐山台在5、6月与往年同期相比也呈相对下降（图7b）。

4. 京津唐地区多数井地下水氧含量在4月份前后出现转折，多数井表现为原上升异常的下降恢复，震中区略有下降，仅管庄、雄县两处为进一步加速上升（图7c）。天津市津2、棉四等井水中的二氧化碳含量年初开始升高，3月份达高值，下降恢复后发震（图7d）。

5. 津、唐一带原有趋势性下降异常井的水位，于4月份前后加速下降（图7e）。

6. 渤海周围下辽河、大港、华北、胜利等石油井动态出现异常变化。据有关资料（10—12），自1976年初，特别是4月份开始，有的井油产量、油压、静液面等出现异常变化，河北省青县旺11废石油井于6月份起出现间歇自喷现象。

7. 5月震中区的唐山十中、唐山矿山补1和岳水06三口水位观测井中出现井壁变形。

8. 华北地区震群活动明显增多，发生山东庙岛、内蒙磴口、辽宁敖汉旗、山西北格和河南内乡5次震群活动（13）。4月发生了内蒙和林格尔6.3级和河北大城4.4级地震。与此同时，京津唐张地区小震活动面积向震区收缩（图9）。

（三）7.8级地震前半个月

1976年7月中旬，即临震前半个月到几天内，出现了一系列突发性异常现象。

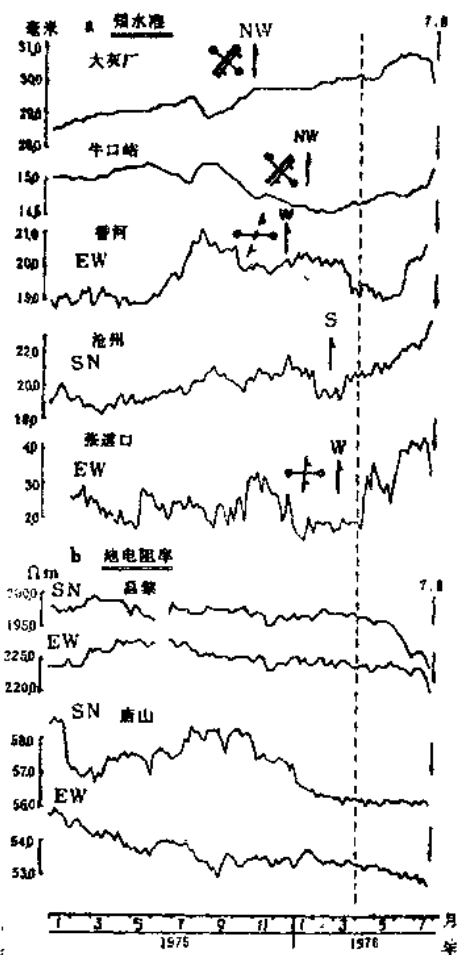


图7(a-e) 短水准、地电阻率、氮、二氧化碳、水位五日均值曲线图

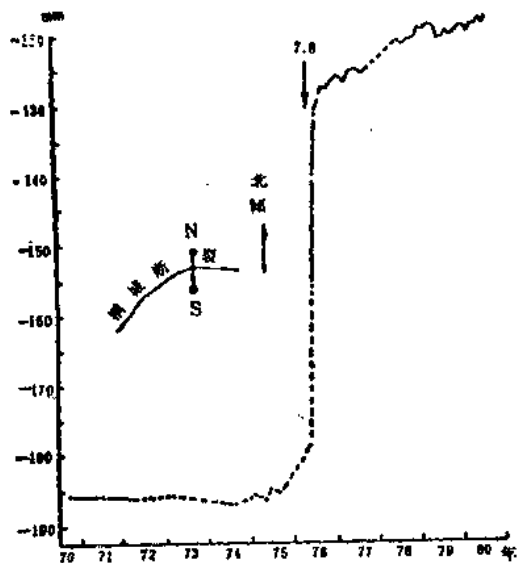
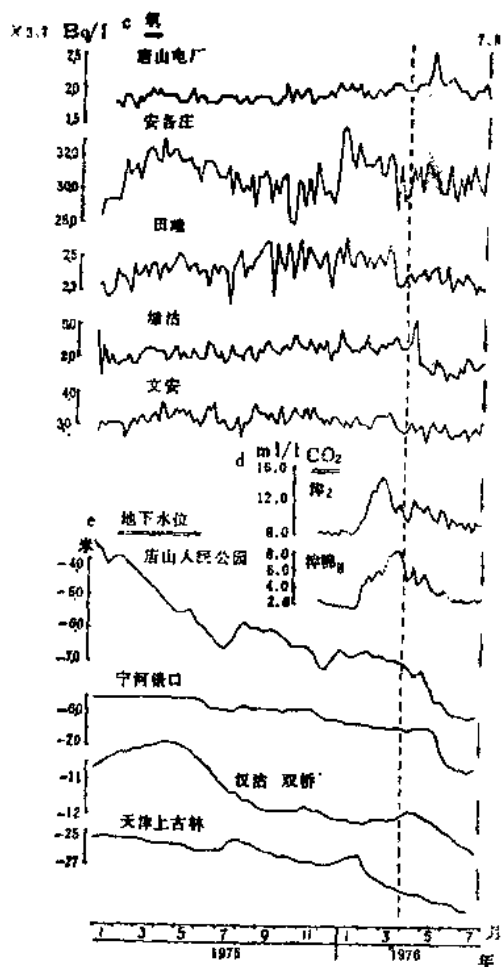


图8 唐山地震前后宁河短水准变化图

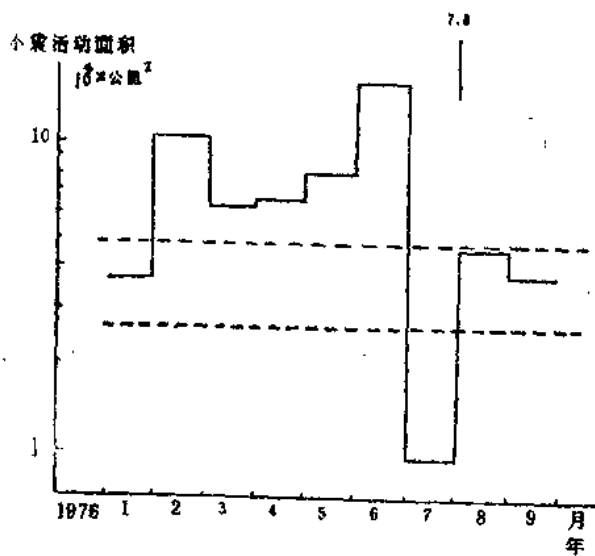


图9 京津唐张地区小震活动面积分布图

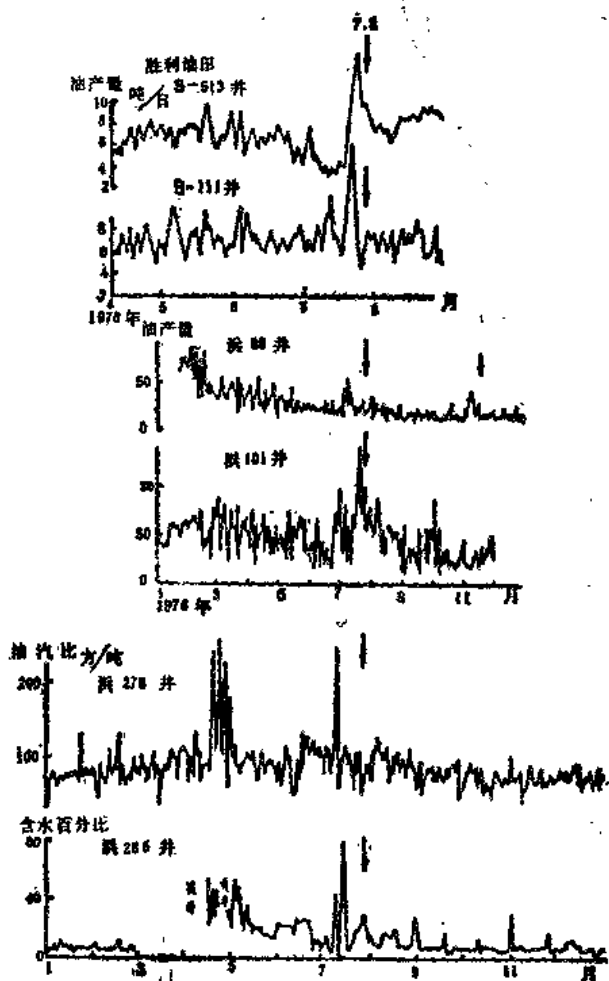


图11 油井动态突变曲线图

1. 水氢含量出现突跳变化。据杨玉荣等对华北地区60多口井水氢日观测值突跳变化（简称水氢突跳）的频度统计，7月14日后在大范围内水氢突跳频度明显增加（图10），其中最远的江苏省清江井距唐山640公里。

2. 油井动态的突变。据有关资料（10—12, 14），自7月中旬起，渤海周围油田的油井动态突变异常进一步增多（图11）。河北

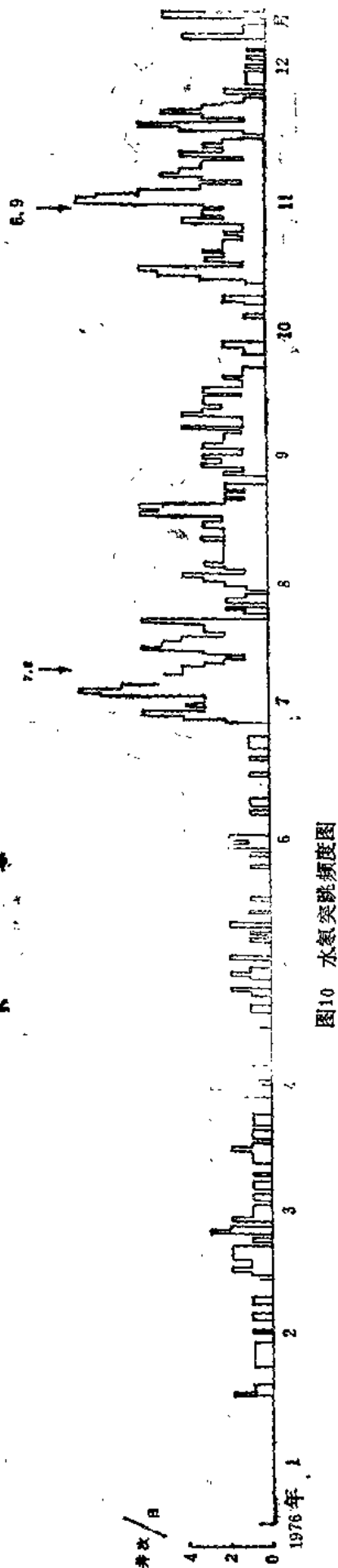


图10 水氢突跳频度图

省青县旺11井继续有喷油现象，与之相距70公里任丘县郑1号废油井亦于7月中旬自喷。

3.地电阻率观测值的突跳变化。马家沟、昌黎、徐庄子、青县、西集等地电台日观测值及小汤山台整点观测值，在唐山大震前10天，特别是7月24日以后，出现大幅度上升或下降的突跳变化。

4.地下水位突变。唐山及其附近地区，地下水位在震前一周至数小时内发生升、降突变（15）

（图12）。

图12 地下水位观测值突变曲线图

5.唐山及其邻近地区80厘米深的地温于7月23日以后出现突变增温异常，日变化竟达 1.1°C （图13）。

6.宏观异常主要集中在震中附近，震前一、二天内，以地下水水位、动物异常为主，并有唐山十中的井壁塌落、丰润县杨官林、昌黎县小车站等机井喷气的特殊宏观现象。震前数小时有声、光、电磁现象。

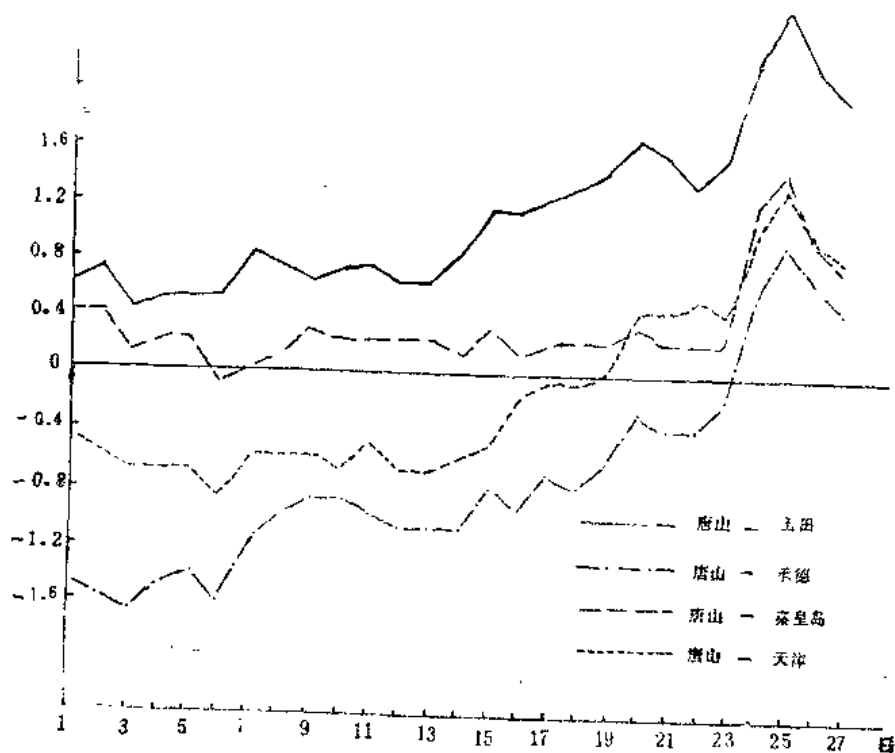


图13a唐山及邻近地区80厘米地温差值曲线图

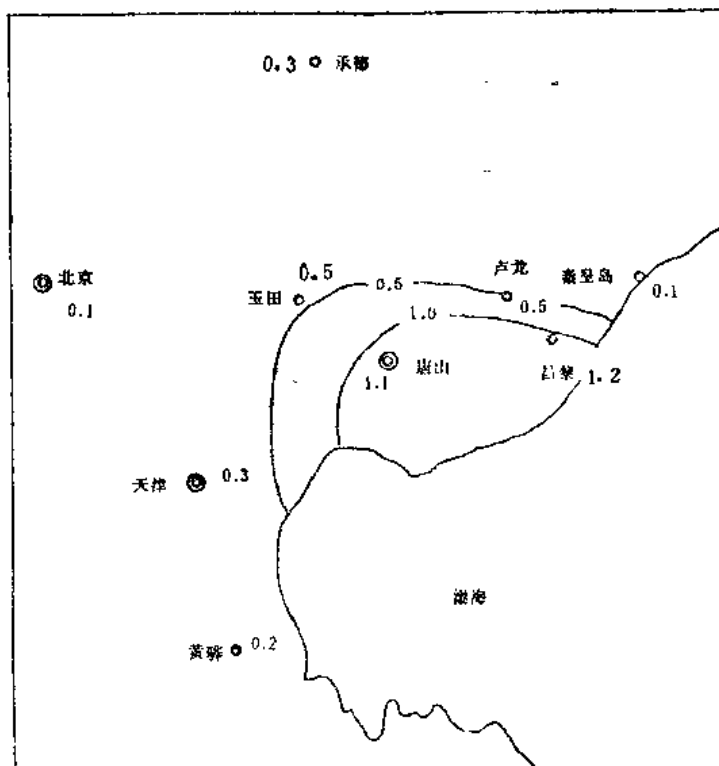


图13b 唐山及邻近地区80厘米地温日变率等值线图

(四) 7.8级地震后

大震以后震区内、外的异常变化格外复杂、多样，尤其是紧跟大震之后不太长的时段内，既有为数更多、变化更为激烈的突发性异常，又有趋势异常的多种形式的转折变化，还有一些震前没有发生过的新现象。在经历激烈变化之后，各项目都显示了震前异常的逐步恢复或在新水平上平稳的进程。鉴于震后的异常变化比震前多得多，非条数所能包括，故按类归总为以下几种：

1. 激烈的宏观现象

震后地下水、动物等各种宏观异常现象较震前更多，也更加剧烈。震中及附近地区地面变形、地表裂缝、喷沙冒水、冒气、水位升降、动物异常等大量涌现。如天津在震后几天内观察数百起宏观异常，并在各区县都发现，这与大震之前廖廖无几的情况形成鲜明的对照。宏观异常随着余震活动而起伏，直至1977年5月12日宁河6.2级强余震后才逐渐平息。宏观异常范围很广，据有关省地震局资料，向南扩展到山东、江苏等省，向北分布到辽宁、吉林等省。

2. 多种项目观测值的大幅度跳动

震中及外围地区多种项目的观测值在震后发生了大幅度变化，主要有两种类型。一种是观测值的脉冲或跳动，在连续记录的观测曲线上最为明显。地电、水氧、地下水位、水准等都观测到这种变化，震后数天内最为强烈、这种变化与临震前的突发性异常有某种相似性与延续性。另一种是观测值的大幅度连续升降变化，方向与震前异常变化方向可相同亦可相反。地下水位（图12）、水氧，地电、水准等都有这种现象。在最初1—2个月内变化速率

最大，然后逐渐平稳（图14）。

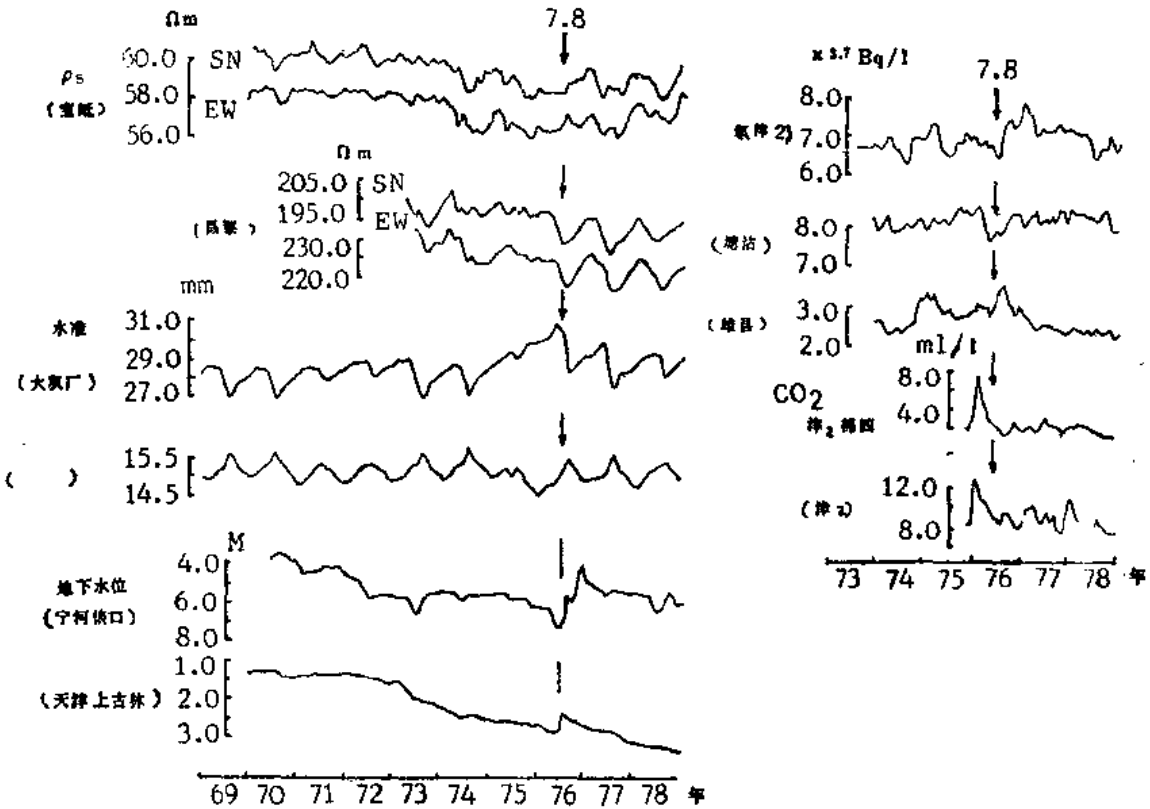


图14 唐山地震前后 ρ_s 、水准、水位、氡、二氧化碳月均值变化图

3. 观测值平均基线的改变

震后观测值平均基线改变的现象基本上可分为两类。一类是震后发生突变。震中区唐山、宁河一带地裂缝两侧水准高差最大幅度可达2米以上。震中外个别站上的短水准亦有发生大幅度变化者，如香河水准7月28日的测值与震前7月16日相比变化了40余毫米。另一种情况是，观测值在经历较长时间（数月至一、二年）升降变化之后，稳定在新的平均值水平上。这种现象在各观测项目中均有发现。

4. 趋势性异常震后变化的多样化

虽说那些在震前发展多年的趋势性变化在震后几年的长时间内，总的说来，是走向恢复，但是恢复过程的具体表现形式多种多样。有的观测点震后不久即恢复，如津2井的二氧化碳和沧州水准；有的观测点在强余震活动过去之后才走向恢复。如许多点上的地电阻率和水氡；个别点上观测项目出现比震前更大幅度的异常变化，如津2、雄县、管庄的水氡（图14）、宁河水准（图8）；有的观测点的趋势性异常至今仍不恢复，如震中区的水氡。恢复的程度也不一样，有的是完全恢复，有的是部分恢复。

5. 年动态规律的改变

昌黎台地电阻率震前没有明显的年变，震后出现了观测值的年动态变化（图14）。宝坻地电阻率震后亦有年动态变化的显示。这种现象在断层位移测量点上也有发现。