

地震预报方法

实用化研究文集



国家地震局科技监测司



水位 水化专辑

地震出版社

• 地震科学联合基金会资助 •

地震预报方法实用化研究文集

水位水化专辑

国家地震局科技监测司

地震出版社

1990

内 容 提 要

本专辑是地下水动态与水文地球化学地震前兆及预报方法的实用化攻关研究成果汇编。71篇报告是在对20年来监测台网内发生的一系列中强以上地震进行再研究的基础上,对水位、水化观测资料处理方法,异常识别与前兆信息判定,预报指标与方法,计算机软件程序的设计与研制等进行深入研究和认真筛选的成果。本书的出版对全面理解和使用水位、水化分析预报指南,正确运用分析预报计算机运行的软件程序,必将起到积极的作用。

本书可供从事地震监测、预报、科研的科技人员以及水文地质、地球化学、石油、气象、海洋等工作,大专院校师生参考。

地震预报方法实用化研究文集

水位 水化专辑

国家地震局科技监测司

责任编辑:马 兰

责任校对:李 珩

地质出版社出版

北京民族学院南路9号

朝阳展望印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

全国各地新华书店经售

*

787×1092 1/16 29.25印张 752千字

1990年7月第一版 1990年7月第一次印刷

印数 0001—1100

ISBN 7-5028-0378-5/P·246

(768) 定 价: 15.00元

前 言

提高地震预报水平,减轻地震灾害是各级地震部门和全体地震工作者的首要任务。地震预报水平的提高,依赖于现代化技术的进步和各有关学科领域研究的进展,也依赖于地震科研成果在分析预报中应用的程度。诚然,地震预报是当今自然科学领域的一大科学难题,必须持之以恒地坚持探索。地震预报的困难性和任务性,决定着地震前兆预报方法的研究是一个长期的任务。经过20多年来的广泛实践证明,我国地震预报既有成功的经验,也有失败的教训,整体来说预报水平还是不高的,需要花大力气来探索研究提高地震预报水平的方法途径。为了继承发展我国20多年的预报实践经验,推进我国地震分析预报工作的科学化,加快地震科研成果在分析预报工作中的应用,以便更有效地提高当前地震预报水平,尤其是短临预报水平,国家地震局于1987—1988年,集中了全国优秀科技骨干近千人,重点开展了以短临预报为主的地震前兆预报方法实用化攻关研究,从某种意义上说,这是国家地震局为迎接我国大陆地区新的地震活跃期到来所采取的技术准备的一项重大措施。

这次实用化攻关研究的主要目标和任务是,把20年来各级地震部门的预报经验系统化,并对其进行科学的论证;对各种资料处理方法、干扰因素的排除、异常的识别、前兆判定及其所有软件程序设计等进行深入研究和认真筛选;针对各前兆手段和综合预报方法,制定出适用于分析预报工作各个环节的一套技术指南。同时要对20年来监测台网内发生的一系列中强以上地震和震情事件做深入再研究,着重研究不同地区、不同类型地震前兆的共性表现与差异,研究地震前兆与无震异常的区别,以提高各种前兆手段和综合的试用性预报方法、判据和指标,同时要给出用其进行预报可望获得成功的概率估计。

在国家地震局攻关领导小组的指导下,组织了地震学、定点形变、大地测量、水位、水化、重力、地电、地磁、应力应变及综合预报方法等10个攻关组;10个学科方法先后共部署了51项一、二级课题,及201项三级课题。通过攻关,重点突出了预报方法的实用性,预报指标的定量化(半定量化)及资料处理的微机化、规格化。这对于预报经验与科研成果的应用,无疑是有力的推动。

为了便于广大地震工作者,尤其是分析预报人员更好地学习、了解各学科方法实用化研究的具体内容和详细的理论分析、计算推导,为地震预报第一线的科技人员在工作中更好地运用“地震分析预报方法指南”并提供进一步探索研究的基础资料,国家地震局科技监测司组织《地震预报方法实用化攻关研究文集》的出版。文集将各学科方法三级课题的研究成果汇编成6个专辑;即《地震学专辑》、《综合预报专辑》、《地磁地电专辑》、《水位水化专辑》、《形变应变重力专辑》、《大地测量专辑》。这些专辑是在1983—1985年地震前兆系统清理基础上的深入研究的成果汇编,它不仅对当前的分析预报工作有积极的指导意义,而且也今后地震理论的深入攻关研究奠定了一定的科学基础。实用化攻关研究一、二级课题将分别另行编汇《中国地震分析预报指南》。

希望本文集的出版能够给我国地震分析预报带来新的发展,为各国学者了解我国地震分析预报的进展提供方便。

国家地震局科技监测司

1989年3月

说 明

根据国家地震局地震预报方法实用化攻关的统一部署,1987年元月,水文地球化学与地下水位动态两个学科方法分别组成了攻关学术领导小组,并先后组织了20余个单位近200名科技骨干参加攻关研究。在实用化研究总课题要求下,从学科研究实际状况出发,各自明确了重点主攻方向(即一、二级课题)及相应的三级课题。水位重点研究的课题是:1.地下水动态震例剖析与短临预报方法的研究;2.井孔映震能力及短临预报指标的研究;3.地下水动态预报地震的新方法与新动向的研究;4.地下水位日常分析预报程序研究。水化重点研究的课题是:1.水文地球化学分析预报程序研究;2.水化短临预报指标和预报方法的研究;3.重点危险区水化多组分综合观测及新的灵敏项目的探索;4.观测点环境条件、井孔结构对地震反映能力的综合研究。

在攻关领导小组的精心组织下,科技人员团结奋进,经过两年多的艰苦努力,完成了各项研究任务。在完成三级课题研究报告117篇的基础上,提交了“地下水动态地震分析预报指南”和“水文地球化学地震分析预报指南”两篇报告。本专辑就是从117篇三级课题报告中精选的72篇汇集而成的。本专辑从不同侧面反映了本课题的最新研究成果和进展,也是水位水化实用化攻关研究的最基础的资料和结果。它的汇集出版对全面理解和使用水位水化分析预报指南,正确运用分析预报各个环节的计算机软件程序,必将起到积极的作用。

水文地球化学攻关领导小组组长为张炜,副组长为王长岭、王铁城。成员有王吉易、鄂秀满、蔡诗凰、范树全、阎贤臣、贺天培。本专辑水文地球化学部分由张炜、鄂秀满、魏家珍负责审编。

地下水位动态攻关学术领导小组组长为汪成民,副组长为贾化周、王铁城。成员有车用太、郭一新、王宝银、李介成、万登堡、殷积涛。本专辑地下水动态部分的汇编工作由车用太负责,有汪成民、贾化周、王铁城、万迪堃、董守玉、鱼金子等同志参加,每篇论文的修改与定稿工作由万迪堃、董守玉、鱼金子、车用太同志承担。

由于编者水平与时间所限,专辑中难免出现错误与不当之处,敬请读者批评指正。

目 录

第一部分 地下水动态

卢龙5.3级地震地下流体动态异常特征	王雅灵等(3)
澜沧-耿马强震地下流体异常剖析	万登堡等(9)
富民5.2级地震地下水位震例剖析	万登堡等(20)
1985年11月30日任县5.3级地震地下水位异常特征的研究	黄保大等(26)
远大震前万全井水位的“远场效应”特征研究	蓝秀英等(30)
甘孜6.0级地震地下水动态特征	李介成等(37)
1986年8月7日理塘5.6级地震地下水动态震例剖析	马声浩等(43)
地下水微动态的远震效应初析	郭一新等(47)
马17井映震能力与异常机理探讨	万迪堃等(59)
天津双桥井水位动态映震效能与敏感原因剖析	王雅灵等(65)
塔院井映震能力剖析	鱼金子等(74)
五里营井映震能力剖析	孙振墩(82)
川08井映震能力剖析	李介成等(88)
苏18井映震能力剖析	汪传贤等(93)
新04井映震能力剖析	徐士中等(98)
单井异常指标的判定	黄祖彭(103)
地下水异常指标与地震三要素关系的研究	黄振义等(108)
观测井频响特性的测试	李师群等(116)
井-含水层系统的频率特征	郭一新等(120)
井孔水位对几种含水层变形的响应函数	殷积涛(127)
五口深井水位固体潮畸变及其与地震关系研究	郑香媛等(134)
利用岳42井水位固体潮与理论固体潮相关系数变化预报地震的初探	桐里晨等(139)
1986年11月运城震群活动与深井水位固体潮畸变	张淑亮等(143)
井孔水位气压系数变化规律及其与地震关系的研究	吴景云等(146)
滇01井井潮系数、气压系数与地震关系的探讨	夏 菲等(154)
三口井水位的气压系数变化及其与地震关系初探	殷世林等(159)
山东省四口深井水位的 B_p 与 R 值变化及其与地震关系	卜凡泉(167)
深井水位的气压效率计算方法及地震前兆讨论	曹新来(171)
福建汤坑群井水位气压系数在台湾两次地震前的异常	庄光国(174)
1988年2月15日彰武4.8级地震前深井水位气压效应的反映	祝 晖等(177)
含水层物理力学参数及其在震前的异常变化	田竹君等(181)
井孔水位记震能力与地震关系的探讨	丁仁杰等(186)

地下水动态预报地震中模糊聚类分析方法的初步应用	孙君秀等(194)
从年变型动态中提取异常的谷值差分法	张 愈(197)
井孔水位的气压效率与雨荷效率的关系	田竹君等(200)
地震地下水日常监测用的IBM-PC型计算机软件系统	王宝银等(206)
地震地下水日常监测预报用的PDP-11/34计算机软件系统	钱太仲等(213)
VAX机地下水位动态观测资料日常处理程序包	陈健民等(220)
PC-1500计算机地下水动态日常工作程序系统	殷世林等(223)
马17井水位异常的计算机识别与地震预报	秦清娟等(226)
浅牛6井水位异常的计算机识别及对应地震能力的评定	刘喜兰等(233)
塔院井水位异常的计算机识别与地震预报	谷园珠等(239)
川51泉水温异常计算机识别及发震时间预报系统	王学聚等(244)
单井和群井水位异常的计算机识别及概率预测系统概述	王宝银等(250)
首都圈工作区地下水动态预报地震实用化系统总体结构与屏幕绘图系统	高文海等(255)
首都圈工作区地下水预报地震的专家预测模块	王宝银等(259)
云南省地震地下水短临预报实用化系统	夏 菲等(264)

第二部分 水文地球化学

水化单点异常指标的判定方法	王长岭等(269)
地震预报实用绘图、屏幕显示及图形数字采样系统	刘耀炜(276)
地震水文地球化学干扰因素的定性分析与定量排除方法	刘耀炜(282)
水化测报区和水化预报指标的讨论	张 炜等(289)
水化学地震短临异常判别指标及预报三要素的方法探讨	张文冕(296)
新疆乌鲁木齐地区5级以上地震水化震例剖析	蔡仲琼(308)
从江苏省震例与反例的剖析探索水化方法的短临预报指标	徐玉华等(319)
四川地区水化方法预报指标的研究	贺天培(335)
河北省及其邻近地区5级以上水化震例与反例的剖析	郑云贞等(343)
广东省及邻区5级以上地震水化学前兆异常震例分析	冯绚敏等(351)
1988年云南两次地震前的水氡异常分析	洪云良(362)
水氡地震异常信息的多维向量表征及地震短临预报方法初探	蔡作馨(366)
水氡观测预报发震地点和震级的一种方法	姚庆春等(374)
水化综合观测及新灵敏项目探索——红寺湖泉点观测研究结果	阎贤臣等(380)
攀西地震危险区汞灵敏项目的探索	邢玉安等(389)
京西北地区水化多组分综合观测及新的灵敏项目探索	宋贯一(398)
北京地区水化学多组分综合观测及灵敏项目的选择	范树全等(405)
火山地区地球化学特征与地震关系的研究	许学礼(411)
地震水文地球化学灵敏观测点的综合研究	郭秀满等(414)
水化、水位单井综合观测的可能性研究	蔡诗凤(422)

地震水化观测点引水装置系统的研究.....刘快胜等(429)

水化前兆灵敏点的水文地球化学背景条件初探.....冯绚敏(439)

区域活动断裂对水化学灵敏观测点的控制作用初探.....唐仲兴(446)

自流井水动态的综合观测方法.....张朝明(453)

第 一 部 分

地 下 水 动 态

卢龙5.3级地震地下流体动态异常特征

王雅灵 黄振义

(天津市地震局)

1982年10月19日20时46分在河北卢龙发生了5.3级地震,震中位于北纬 $39^{\circ}53'$,东经 $118^{\circ}59'$,这是1978年以来在唐山老震区晚期余震序列中发生的一次最大余震。

此次地震发生在京津冀地下水井网控制的范围内,有国家级井64口,还有部分省市级井,地震观测的石油深井等。地震前出现不同程度异常的井共有12口,占观测井总数的17%。距震中最近的为昌黎井($\Delta=34\text{km}$),最远的为马17井($\Delta=300\text{km}$),异常井大致沿北东向沧东断裂带及其两侧分布(图1)。

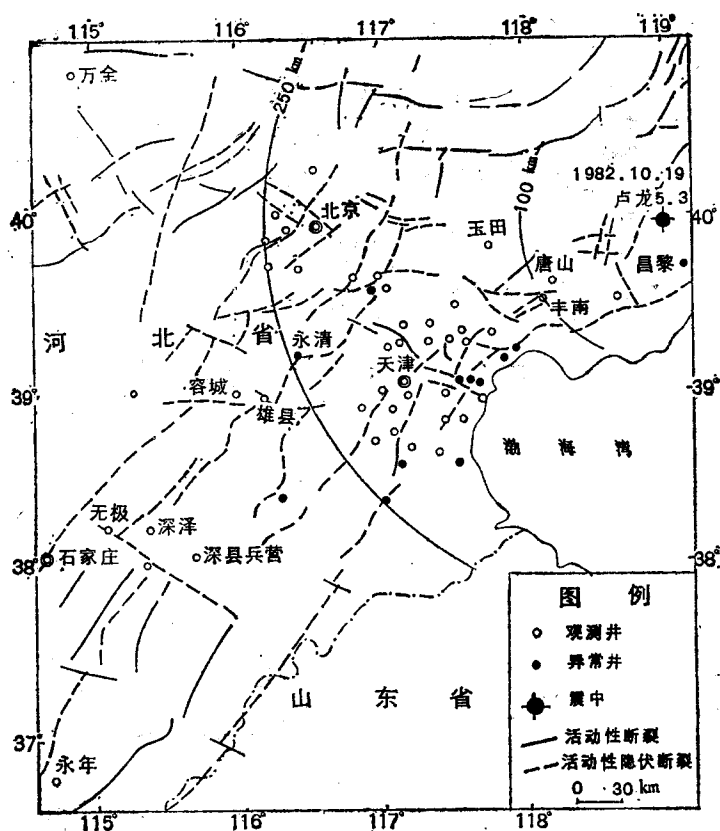
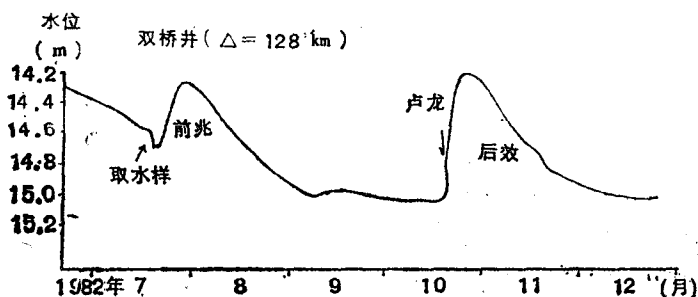


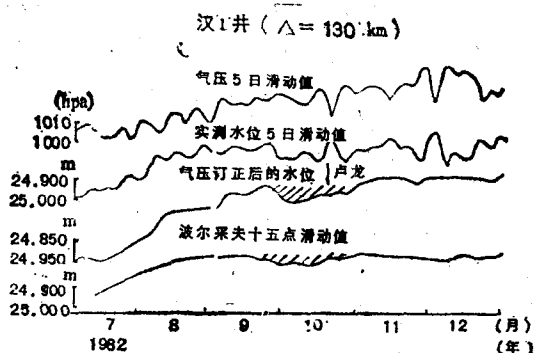
图1 1982年10月19日卢龙5.3级地震震中位置与井孔分布图

一、震前地下流体的异常变化

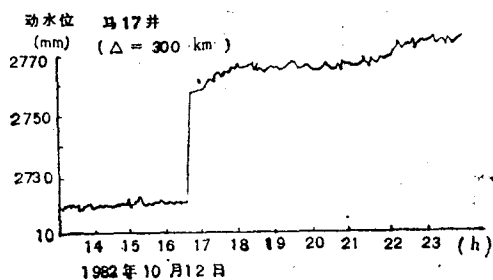
卢龙5.3级地震前，井网控制范围内观测到的地下流体动态异常现象，包括浅埋封存咸水层的“蠕变水位”异常；深井水位下降、固体潮畸变异常；“动水位”阶变型、脉冲型异常；废石油井的井压、喷油、溢油、逸气量异常及采油井的油压、套压、产油量、产液量多项目同步异常等。



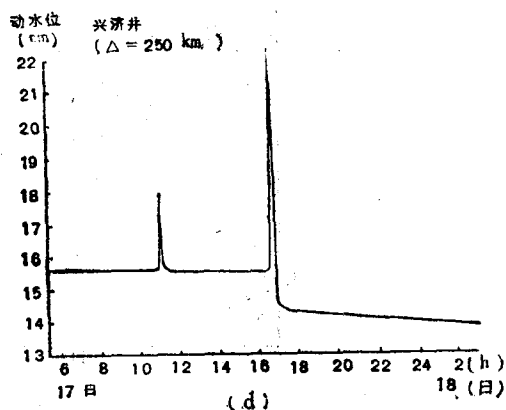
(a)



(b)



(c)



(d)

图2 卢龙5.3级地震前深浅井水位动态短临异常变化

“蠕变水位”异常出现于天津双桥井(井深63.83m,第四系细砂封存孔隙承压咸水),震中距128km。1982年7月22日水位突升,7天上升41cm,平稳两天后转降,9月8日水位恢复(图2a)。从水位突升至发震历时90天,属短期异常。

深井水位下降与固体潮畸变异常出现于天津汉1井(井深3303m,下第三系粉细砂岩孔隙裂隙承压水),震中距130km。水位动态受潮汐、气压影响,经气压订正后的水位于9月26日开始出现反向下降,10月5日降至最低值,幅变达6.4cm,之后转升至19日发震;采用波尔采夫调和分析法消除重力固体潮影响后,水位变化是上升的,唯有9月底至10月水位下降,与气压订正后的水位变化一致(图2b),呈现短期异常变化。此外汉1井水位日变曲线于震前一天出现畸变,10月18日3时30分至6时,出现了7mm的阶跃式波动,可视为临震异常。

阶变型异常出现于河北省马17井(井深2694.25m震旦系灰岩岩溶裂隙自流热水),震中距为300km。震前7天该井的“动水位”出现单一的阶变型临震异常。1982年10月12日16时40分起水位阶变上升34mm转为缓升后至22时15分又累升16mm,共上升50mm。之后稳定至19日发生了卢龙5.3级地震(图2c)。

脉冲型异常出现于河北省兴济井(井深1735m,寒武奥陶系灰岩白云岩岩溶裂隙自流水),震中距250km。该井观测以来“动水位”比较稳定,但震前2天呈现两次临震脉冲式突跳异常。10月17日11时和16时40分,分别出现幅度为24mm和70mm的两次脉冲式突跳,突跳后水位下降10—15mm,第3天发生了卢龙5.3级地震(图2d)。

石油废井的井压、喷油、溢油、逸气量异常出现于天津的塘12、塘11、塘18、候5井和河北的小牛庄废油井。

塘12井是一眼闭井测压观测地震的油田废井(井深3154.31m,第三系砂岩含油水气储液层),距震中143km。平日井口综合压力多在10—20kg/cm²之间波动,从1982年5月19日开始井压增大,至31日增至45kg/cm²,之后稳定发展到10月12日,呈现出本次地震的短期阶变异常。震前7天井压转折,突降后发震,可视为短临异常。震后效应达半年之久始恢复稳定(图3a)。

塘11井是闭井测压观测地震的石油废井(井深3097.04m,同塘12井观测层位相同),位于塘12井东侧,距震中143km。1982年6、7月份井口综合压力值为40kg/cm²,从8月1日开始压力连续上升,至10月6日上升到44kg/cm²,转平后发生卢龙5.3级地震,震后起伏变化。

候5井是一口观测溢油的地震观测石油勘探井(井深2041m,第三系砂岩、页岩和泥岩油气层),距震中190km,由专人观测滴油和喷油现象。该井平日只冒气不出油,但于1982年6月20日开始出现滴油并伴有喷气现象,至10月底共出油997.5kg,平均每日滴油7.5kg,一直持续到地震后才结束。

旺11井(小牛庄井),是一口用于地震观测的自喷废油井(井深2600.52m,第三系白云质灰岩孔隙裂隙储液层),距震中210km,由专人观测喷油前兆现象。这口石油废井平日不喷油,但在震前4个月喷油10次(5月30日—10月1日)总喷油量达135.5kg,8月中旬一次喷油量竟达40kg,震前半月停喷,呈现短期自发性突然喷油异常(图3b)。

塘18井是一口测量油、水、气的地震观测石油废井(井深3222.86m,第三系砂岩孔隙裂隙油水气储液层),位于塘11、塘12井的西侧,距震中143km。塘18井溢油量和逸气量于震前均有明显短期异常。溢油量正常值是100—500g/半月,而在此次地震前一个月,溢油量由100g/半月

猛增至1500g/半月,异常幅度是正常值的3倍以上,异常恢复后发震(图3c)。塘18井逸出气量正常动态变化值是11—13mL/min,震前7月29日溢气量上升,8月25日逸出气量猛升,变化幅度达4mL/min。

歧口647井是一口观测油压、套压和出油量、出液量的地震观测采油井(井深2453.55m,下第三系砂河街组砂岩储油层),距震中180km。该井的油压、套压、产油量、产液量从7月初开始变化,同步缓慢上升,至8月中旬突然大幅度上升,之后油压最大值达50个大气压、套压最大值达120个大气压、产油量增至102t,日产液量增至90t,分别相当于突变前基准值的1—2倍。产油量、产液量于9月下旬急速下降至突变前水平,再次突升两天后发震,震后亦有突升后效反应。但油压、套压处在高值水平上时发震,震后缓慢恢复。该井是一口未改变采油条件和未曾注水而靠地层压力自喷的多年采油井,是在正常开发状态下呈现的短期同步异常(图3d)。

此外,河北昌黎热水井(井深301.04m,燕山期花岗岩裂隙自流水)距震中34km。其“动水位”违反年动态变化出现短临下降和临震回升异常。1982年8月中旬起反常下降,临震前两天(10月17日)水位转向回升,震时水位突升30mm以上还有河北浅牛6井(井深1274m,震旦系白云岩岩溶裂隙承压热水),距震中240km。其“动水位”于震前7月26日16时30分起至9月29日5时30分,出现3次突升,2次突降变化。升降异常5次,异常幅度135mm,异常持续时间117天,为震前短期阶变异常¹⁾。

二、异常特征

卢龙5.3级地震前,井网范围内地下流体的异常特征可概括为以下几点:

(1) 异常井的空间分布沿邢台—唐山地震带展布(图1),并且位于历史震中或烈度异常区及横向断裂阻隔地段。反映井孔部位适于应力集中或调整。

(2) 短临异常清晰,出现短期异常的井孔有10井次,占异常井数的83%,最长持续时间为147天,最短为一个月左右,且在震前1—2个月内出现最为集中。出现临震异常的井孔有5井次,占异常井数的42%,超前发震时间为1—7天,以震前2天最为集中。

(3) 多孔多项目异常相随出现相互呼应。如塘12井井压于5月19日突升之后,候5井于6月20日开始滴油,双桥井7月22日出现“蠕变水位”,浅牛6井7月26日出现阶变,7月29日始塘18井逸气量上升(8月25日达极值),8月1日塘11井井压升高,8月中旬小牛庄井出现最大喷油量,歧口647井出现产油量、产液量以及油压、套压同步上升,9月出现塘18井溢油量猛增,歧口647井油、液产量再次增高。震前7天,马17井和塘12井同日出出现临震阶变和转折;震前2天,兴济井和昌黎井出现脉冲突跳和反向突升;震前1天,汉1井出现潮汐形态畸变,表明已接近震时。

(4) 异常形式以正向异常为主,形态多样。震前,除靠近震中区的昌黎、汉1井出现短期下降外,其余皆以正向突变异常为主要形式。形态复杂多样,幅度大小悬殊。

(5) 后效变化明显。双桥井水位在卢龙地震后8小时再次出现水位突升的现象,其形态与

1) 浅牛6井水位异常特征及机理探讨,黄保大,1987.1.

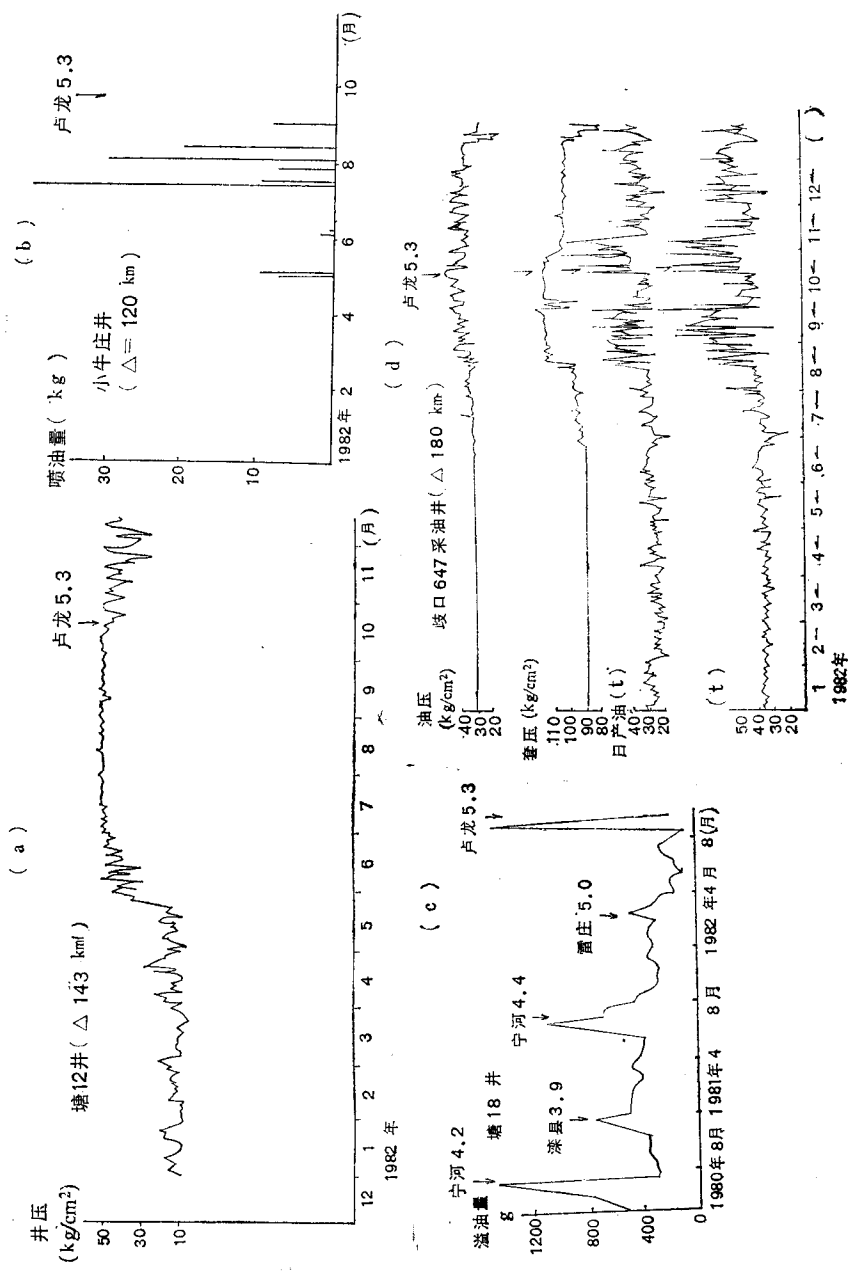


图3 卢龙5.3级地震震前石油深井油、水、气压动态短临异常变化

震前的短期蠕变水位震兆极其相似；塘12井井压也在地震后出现与震前相似的井压波动；歧口647井油、液产量增大的后效反应等皆印证了震前异常的可靠性。

三、异常特征与地震三要素的关系

1. 异常特征与地震危险区的关系

根据异常井孔依沧东断裂带及其两侧分布及双桥、马17异常标志井的组合出现，可圈定危险区位于邢台—唐山地震带内。根据靠近震中区的井孔异常起始时间早，持续时间长，变化幅度大的规律，这次地下流体异常从此而起，表明危险区首先应考虑唐山老区及其附近。

2. 异常特征与发震时间的关系

从12口井所出现的异常形式可知，此次地震前未发现中长期趋势异常，所出现的蠕变水位、水位阶变、脉冲式突跳、固体潮畸变、油气水、井压变化等均属短临异常的表现形式，一般可给出异常出现后的1—5个月内发震（因井而异，某些井可给出更为确切的时间段）。而转折、突跳、反向、升降转平的现象为临震信号，一般在一周之内发震。

3. 异常特征与震级的关系

尚无确切的指标可供利用，但在唐山地震后，天津双桥井的蠕变水位和河北马17井的阶变型水位曾多次对应唐山或邢台老区5级或稍强的地震。因此，双桥、马17井异常标志井孔的异常组合出现，可提供将有中强地震发生的可能。

四、卢龙5.3级地震的预报情况

此次地震之前，天津市地震局地下水组和河北省地震局兴济地震台有一定预报意见。前者根据1982年7月22日双桥井出现蠕变水位，于8月底提出：从蠕变水位突升之日起，第90—150天，在唐山老区将有 M_s 5级地震，结果于90天进入发震期发震。后者根据兴济井1982年10月17日出现2次脉冲式的水位突跳，于17日当天向河北省地震局报告了异常，并认为：近期唐山可能有中强地震发生。

澜沧-耿马强震地下流体异常剖析

万登堡 夏 菲

(云南省地震局)

1988年11月6日云南省澜沧、耿马两县连续发生7.6和7.2级强震,震前地下流体异常十分明显。本文就云南省范围内不同震中距的地下流体异常特征作了剖析,并总结了监测与预报中的经验和教训。

一、澜沧-耿马地震基本情况

1988年11月6日21时03分,在北纬 $22^{\circ}50'$ 、东经 $99^{\circ}43'$,云南省澜沧县北竹塘和富邦乡的战马坡到木戛一带发生了7.6级地震,震中烈度为9度,等震线方向为北西向。相隔12分钟,21时15分又在北纬 $23^{\circ}23'$ 、东经 $99^{\circ}36'$ 耿马与沧源县之间的联合、岩帅、团结乡到勐省一带发生了7.2级强震,震中烈度亦为9度,等震线方向亦呈北西向。两次7级以上强震的微观震中相距70km,地震有感范围达500km,几乎遍及云南全省。

这次地震属双主震-余震型地震。据昆明电信传输台网测定,从11月6日到12月31日,共记录到4499次地震,其中7.0级以上2次;6.0—6.9级6次;5.0—5.9级13次;4.0—4.9级83次;3.0级以下4395次。余震分布在澜沧至耿马长约130km、宽约50—60km的范围内,呈北西向分布。

二、震前地下流体异常

云南省地下流体观测井(泉)分布在距震中40—650km范围内。在参与统计的25口井(泉)中,16口井(泉)有异常反应,占64%,在地下流体异常中水位、流量、水温和水氛皆有不同程度的异常显示。观测井(泉)与异常的分布见图1、表1,地下流体异常井(泉)基本情况见表2。

1. 震中距 <100 km的异常(图2)

(1) 滇2-11(双江)井:距震中70km。该井水位正常动态为趋势性缓降年变。9月14日起至10月29日水位缓升,自记曲线上多次记录到+5mm—15mm的水位阶变,10月29日上升速率加大,在上升过程中发震。震时记录到7.6和7.2级两震相叠加,幅度180mm,水位阶-60mm的水震波,震后两天水位剧升237mm。

(2) 滇2-3(孟连曼养)温泉:距震中50km。该泉水位、流量呈旱季下降、雨季上升的动态变化。8月16日、9月24日水位、流量同步在上升背景上下降,幅度分别为2.9cm和0.62L/s。9月27日至10月2日突升,幅度分别为6.8cm及近0.7L/s。震后水位剧降5.2cm,震后1天流量