

中国大陆大震临震预报综合判据指标的研究^[1]

张文冕 田少柏

(国家地震局兰州地震研究所)

摘 要

本文对我国大陆 1969 年以来所发生 11 次大震(唐山、炉霍、松潘、海城、渤海、龙陵、永善、澜沧、乌恰、道孚、共和)的各种前兆临震突变异常和趋势性背景异常运用多阶段综合、多现象综合的方法做了统计分析,研究归纳各种前兆异常分阶段发展的时、空、强(频)演变规律;临震突变项次随时间(突变日距发震日的间隔天数)分布规律;临震突发性异常组合性与同步性规律;讨论临震异常综合判断方法等问题。试图探讨大震临震预报综合指标和有效性时间预报。

前 言

本文比较全面系统地收集中国近年来地震监测预报清理攻关、实用化攻关和公开发表的最新资料,同时广泛征求与调研地震预报专家指导性和倾向性的见解(详见参考文献)。运用多阶段综合、多现象综合的方法,统计分析中国大陆 1969 年—1991 年所发生 11 次大震前兆异常的总体特征(表三略去)。探讨大震短临(尤其是临震)预报综合判据指标。

11 次大震前兆异常分阶段发展的时、空、强(频)演变规律

①震前 1 年左右中长趋势异常主要是地形变(倾斜、三角、水准、应变等,以下同)次之是地球化学(水氢、水化学等,以下同)、地电、应力、地磁,还有缺震(平静)现象等。每次大震前地形变、地球化学、地电三项前兆中至少有 1 个台项呈现明显中长趋势异常。

②震前半年左右中短趋势异常主要是地形变、地球化学,次之是应力、地电、地磁、重力,还有缺震(平静)或前兆震群。每次大震前地形变与地球化学至少有 1 个台项呈现明显中短趋势异常。

上述①、②结合该区地震活动性初步判断未来有无 7.0 级强震(中期预报),并根据趋势异常时间估算发震的震级。借此还可鉴别无震异常,因为无震异常主要特征是没有明显趋势性背景以及异常空间分布条带形。

③震前 3 个月左右短期异常主要是地形变、地球化学、次之是地电、地下水(水位、水温、流量等,以下同)、前震活动或前兆震群、应力、地磁。每次大震前地形变至少 1 个台项,其它前兆至少 2 个台项呈明显的短期异常。震中及其附近小震活动明显增强或突然平静,地震空区内出现中等地震或震群活动(11 次大震前有 6 次明显前震活动,异常出现比例 55%)。短期异常比中期异常幅度更大,地点更集中。60—70%异常点分布距震中 200Km 范围内。

④中期异常向短临异常过渡的标志:在部分趋势异常背景上出现比较同步转折、加速、较大幅度波动或异常结束;短临异常(含突变异常)多点出现(地下水、地球化学、地电尤为突出),

且变化幅度或频次明显增强,时间基本同步(异常起始时间差不超过1个月)、地点相对集中(异常半径不超过200Km);前震活动频次、强度明显升高或突然平静或发生前兆震群;地磁出现低点位移等。上述种种表现以前两类较为普遍。

大震短临(尤其是临震)预报综合判据指标

[I]有明显趋势性(长、中、短)背景异常:地形变至少1个台项,地下流体(地球化学、地下水)至少1个台项,地电、地应力、地磁、前震等至少1个台项,即至少3个以上项目,多个测点呈现趋势性背景异常。

[I]两类基本临震地震前兆—地形变、前兆活动,强震前总会出现一种或两种。地形变异常出现比例100%,前震活动异常出现比例55%。地下流体至少1个台项出现临震异常(乌恰大震除外,因无监测点),地下水异常出现比例91%,地球化学异常出现比例82%。本文统计11次大震发现大气压(或气温)临震前突降(或突升)变化也普遍的,异常出现比例91%。上述四类前兆中出现两种以上,其中两类基本临震前兆至少出现一种,这是临震预报的先决条件和决策项目。由于上述判据指标[I]至少3个以上台项呈现趋势性背景异常的前提条件可以排除无震异常的干扰,若能排除其它干扰性异常,则据[I]、[I]可计算预报大震发生的平均概率水平 $>80\%$ 。关于模糊聚类分析、综合概率计算等研究成功预报地震的概率方法将另作专门叙述。

[II]在至少3个项目(多个测点)趋势异常背景上出现5个以上项目(9个以上测点)的临震异常,占给定监测区总台项百分数为40%左右(表略),即形成时间上基本同步、空间上相对集中的多项多点的异常“群体”,这是临震预报的充分条件。由表三统计各种前兆临震突变距发震时间分别为地形变4—16天,大气压3—17天,地球化学6—19天,地下水1—9天,地磁16—30(45)天,重力3—9天,地电3—16天,应力1—15天。若发震概率100%时则根据上述[I]、[II]预报20天内发震的平均时间概率超过60%(图1)。

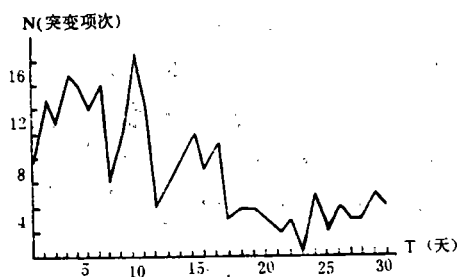


图1 临震突变项次随时间(突变日至主震发生日的间隔天数)的分布
(包括形变、地下水、地球化学、地电、地磁、应力、重力、气压、测震)

[IV]小震活动密集—平静,部分前兆突变频次强度加剧、时间同步、地点集中(逼近震中),比如水位突降或突升、水氡连续数次突变、倾斜单分量测值曲线转向或矢量图打结、出现 $>10^{-7}$ 量级应变阶或大于20—100KPa的应力测值变化、大气压突降10mb以上、地电阻率值加速下降或反向转折、地磁日变态畸变或“幅相法”异常或电磁扰动,宏观异常相继出现等等,均为临震异常的表现(关于短临异常判别标准表一省略)。据此可预报数天—十几天内发震,若发震概率为100%时则预报10天内发震的时间平均概率为55%(表二略)。当然,少数大震前(如唐山、松潘大震)还有几起几落的异常现象。

[V]临震震级预报:本文所研究临震突变异常总体性质与预报指标的本身是对7.0级以上大震而言的。根据中短临各阶段异常点的展布范围(震中距 R)及趋势异常时间(天数 T),利用经验公式 $\text{Log}T=a+bM$ (或 $\text{Log}RT=a+bM$)来计算震级 M 。本文作者以水化学(水氡为主)的大量震例分区计算异常持续时间与震级之关系,效果较好^[2]。

郭增建先生曾提出发震断层长度(L)与震级(M)间的经验公式: $M=3.3+2.1\text{Log}L$ 。还可以根据前震最大震级及其发生后的时间 t 估算 M_m , $M_m=0.574M_f+0.755\text{Log}t+1.814$ ^[1]。

[VI]发震地点预报:宏观微观异常相对集中区或前震活动区及其附近活动构造部位可能是未来的震中。异常点最后向某部位集中或明显加剧(频次、幅度)的地区。中长期预报所划定的未来危险区可作为临震地点预报的参考。

以各台(项)以往对应地震的不同距离为半径,异常点为圆心画圆,各圆大都重合的部分即为未来震中区,本文称之为“综合交汇法”^[2]。该方法对上述大震基本适用,但也有一定局限性,若异常点均偏于未来震中一侧,则无法运用。

另外,个别测点异常具有反映地震的方向性,即能对应特定地区的地震。

实施大震临震预报的方法程序

欲监测预报某一地区大地震,以震中距300Km范围的有效监测区内至少要布设8类以上的前兆(其中地形变、地下流体、大气压、测震等4类中至少要有3类),40个以上的测点;比较集中区的观测点平均密度每3000平方公里范围不少于2个。这是监测预报的基础,否则,难以获得临震判距指标。

临震是关键,但基础在长中短,从大范围震情动态看震源,从异常发展全过程看临震。目前对中长期趋势性前兆异常分析中一个严重问题是异常量不大而异常时间较长,使“异常”容易淹没在背景值起伏变化或干扰之中,当然,有些趋势性异常还是十分明显的。而短期过渡到临震阶段的标志—趋势性异常的大幅度加速,转折或恢复,突发性异常的大量产生,这个量变阶段人们易于觉察。所以能否有效预报大震,关键在于临震异常的震情判断上。

需要说明的是:目前各种所谓的前兆观测资料,因测点条件、观测仪器精度、稳定性、外界因素等产生的噪音干扰,使得人们很难辨别哪些是干扰,哪些是地震前兆信息。丰富多彩的临震异常是震后大量调查的结果,震前能掌握的只是震后总结的很小部分。因此,震前只要掌握几个高质量的临震异常,又有中短期确切的震情判断为依托,就要不失时机地把注意力集中到临震预报上。

地震预报(特别是临震预报)是当今世界上的一大科学难题,它的复杂性、艰巨性甚至要超过登火星、战癌症。在攀登临震预报的征途上每前进一步都是很困难的,尽管作者在国家地震局系统多位专家的指导下作最大努力,探讨大震临震突发性异常总体特征和临震预报指标。但迄今人类尚未真正掌握地震孕育、发展、发生各过程的内界规律,还有许多有待解决的难题。

参 考 文 献

[1]国家地震局,地震综合预报实用化研究一级课题总报告,1989年4月(内部)

[2]张文冕等,水氡短临异常判别指标及预报三要素方法探讨,西北地震学报, No. 1, 1990

