

754
56.21.83

地震监测与预报方法
清理成果汇编

综合预报分册

国家地震局科技监测司

083

1



地震出版社

地震监测与预报方法清理成果汇编

综合预报分册

国家地震局科技监测司

地震出版社

1989

内 容 提 要

综合预报是地震监测预报的基本方法之一,本文集汇总了这方面的清理研究成果,共辑入论文32篇。全书分为总报告,台网与观测研究,地震前兆特征与综合预报判据,综合预报与决策方法,综合预报的物理基础及其他等六部分,比较系统、全面地反映了我国20年来进行地震综合预报探索的思路、方法与进展。本书对从事地震、地球科学和自然灾害预测研究的科技人员有重要的参考价值,亦可供关心地震预报的人们参阅。

地震监测与预报方法清理成果汇编

综合预报分册

国家地震局科技监测司

责任编辑:陈非比

*

地震出版社 出版

北京复兴路63号

北京朝阳 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 18.25印张 467千字
1988年4月第一版 1989年4月第一次印刷
印数 0001-1200

ISBN 7-5028-0180-4/P·113

(平)(568) 定价: 8.00元

前 言

大陆是人类的主要活动地区，发生在大陆的地震虽只占全球地震的15%，但大震给人类造成的损失却占全球地震损失的85%。我国是世界大陆区地震分布最广的国家，据1970—1980年的统计，地震造成的伤亡和损失超过了世界其他国家和地区的总和，地震预报研究的紧迫性显明地摆在我国地震工作者面前。

不少事实表明，地震是有前兆的，对某些类型的地震，有可能作出一定程度的预报并减轻灾害。然而实践也告诉人们，地震前兆现象是相当复杂的，目前离准确预报地震三要素尚需走较长的路。当前，地震预报中有几个突出的问题有待解决。首先是如何识别和排除各种干扰，可以说，地震预报水平的提高是随着对于干扰因素认识的深化而不断提高的；其次要设法寻找反映地震前兆的灵敏点和优化观测方法，一些大样品模拟实验表明，同一试件中不同区域的反应可以有很大差别；第三要弄清不同地质构造条件下，不同震级地震的异常的对应范围，这对地点预报至关重要；第四要研究不同类型地震长、中、短、临前兆的判据，这是一项战略性的任务。

为了解决上述问题，国家地震局自1983年起，用了两年多的时间，组织了2200余人，对各种前兆观测方法多年来的工作进行了全面清理，并对华北地区和南北地震带10年强震危险区的判定方法进行了系统研究。

1. 地震监测与预报方法的清理研究

包括各类前兆方法的清理，计有测震、地形变、水位、水化、重力、地电、地磁、地应力和综合分析等9个方面。具体清理内容为：

(1) 观测仪器的评价 仪器参数，所测物理量，各类仪器的对比、稳定性、抗干扰性、能，提高观测精度的方法等。

(2) 观测条件的清理 台站水文地质条件、岩性、环境干扰源，最佳观测条件，相应的野外与室内对比试验等。

(3) 观测信息的处理 干扰因素的典型图象与识别方法，频谱分析与卓越周期的研究，各种测量方法的试验等。

(4) 监测与预报能力的评价 现有预报方法的依据与科学思路，震例（包括正例与反例）剖析，预报效能的评价等。

2. 强震危险区的判定与研究

以华北地区和南北地震带为研究区，从清理过去的危险区划分原则与方法入手，结合动态应力场随时间变化的资料，探求10年时间尺度的危险性判定方法，以填补通常的烈度区划与每年地震趋势判断之间的一个空档。这是国民经济建设与预报探索之必须。

以上两项工作是国家地震局近三年来的重点科研项目，其工作程序是：首先分单项进行系统的清理研究，并在此基础上针对各类专题撰写成论文或工作报告；然后分单项进行交流和评比；并对各单项的总报告进行横向交流与评比；最后，组织有关人员将清理中有价值的成果按统一要求进行编纂，汇集成册陆续出版。

《地震监测与预报方法清理成果汇编》汇集了各种前兆观测方法的清理研究成果，将按不同专业分若干分册出版。这套成果汇编不仅是邢台地震以来地震预报工作的科学总结，而且反映了符合我国国情的地震预报研究的前沿成果。它不仅对当前的工作具有实际意义，而且也今后的科研攻关奠定了一定的科学基础。

希望本书的出版能给我国地震事业带来新的进步，并能为各国学者了解我国地震预报的进展提供方便。

国家地震局科技监测司

1986年9月

本分册说明

1983年3月,国家地震局部署了“地震监测与预报方法清理”工作。地震综合分析预报的系统清理研究是这一计划的一个组成部分。为此,成立了攻关组具体组织实施,由国家地震局分析预报中心牵头,自1983年3月开始至1985年12月完成全部工作。参加单位有18个省、直辖市、自治区地震局和研究机构,包括了现今多震和少震等不同类型的工作地区;共有248人参加;先后完成各种综合和专题研究报告及工作报告160余篇。本分册为地震综合预报清理研究成果的选编。由于成果报告数量较多,为避免重复和减少篇幅,各单位的综合研究报告均没有辑入,而将其主要内容纳入了全国地震综合分析预报清理研究总报告。选择专题报告和文章时,除考虑工作质量和水平外,还照顾到了研究问题的方面和广度。为使读者更好地了解、共同研究和探索地震的综合预报,本分册选入的报告和文章分五部分编辑。第一部分为总报告,它在各单位综合报告的基础上编写而成,是我国地震综合预报研究20年探索的初步总结,概括地介绍了我国地震综合预报的实践过程与主要进展,读者可从中得到对地震综合预报全面情况的了解;第二部分为台网与观测研究,介绍了对我国地震台网综合监测能力的初步研究结果;第三部分介绍了地震前兆综合异常特征及综合预报判据的研究成果;第四部分为地震综合预报和决策方法的探索,反映了近几年来在综合预测和预报方法方面进行的尝试性工作及其进展;第五部分是关于地震综合预报物理基础等问题的讨论,并从工作角度上对地震综合预报的现状、存在问题和前景做了初步评价。

参加地震综合分析预报清理研究的18个单位是:国家地震局分析预报中心,河北省地震局,天津市地震局,山东省地震局,河南省地震局,山西省地震局,内蒙古自治区地震局,辽宁省地震局,江苏省地震局,福建省地震局,广东省地震局,四川省地震局,云南省地震局,兰州地震研究所,新疆维吾尔自治区地震局,宁夏回族自治区地震局,青海省地震局,陕西省地震局。本分册由全国地震综合分析预报清理攻关组组织编写,攻关组成员为:梅世蓉、张肇诚、高旭、张国民(分析预报中心),郭增建、李海华(兰州地震研究所),罗兰格(河北省地震局),韩渭宾(四川省地震局),唐吉阳(云南省地震局),朱令人(新疆维吾尔自治区地震局),魏柏林(广东省地震局),贺楚儒(江苏省地震局),余兆康(福建省地震局),全菱道(辽宁省地震局)。全部编辑工作委托张肇诚、罗兰格、李海华三同志组成的编辑组完成。国家地震局科技监测司陈章立、孙其政、辛书庆、李宣瑚等同志均参加了组织领导工作。由于水平和时间所限,编辑中缺点和不周之处在所难免,望批评指正。

目 录

地震综合预报探索二十年——全国地震综合预报清理研究总报告.....	
.....全国地震综合分析预报清理攻关组(1)	

台网与观测研究

河北及邻区地震前兆观测台网监测能力的评定.....	罗兰格 曾 炬 侯建明 孙玉海(31)
西北五省(区)地震观测台网监测能力的初步讨论.....	西北地震综合预报清理小组(38)
地震前兆的联合观测与综合分析——以南京地区为例.....	刘树生 韩广英 贺楚儒(44)
无震异常事件的清理与分析.....	冯学才 李海华(50)
福建地区前兆观测曲线正常动态的初步研究.....	
.....	骆永妙 林颐耀 彭美凤 陈东榆 陈宝华(56)

地震前兆特征与综合预报判据

我国大陆地区两类地震的前兆特征、发生机理与预报途径的探讨.....	梅世蓉(65)
华北地区强震前兆的基本特征和综合异常判据.....	张肇诚 马 丽(85)
华北地区中强地震前兆特征及预报指标的初步研究.....	高 旭 李献智 邱竞男(93)
四川及邻区6级以上强震的前兆特征.....	程 式 任昭明(100)
云南强震前兆的综合特征与预报思路.....	石绍先(108)
宁夏中强地震前兆的综合异常特征.....	李孟奎 杨明芝 张文孝(122)
地震预报综合判据的再研究.....	马 丽 高 旭 李献智 吕梅梅(129)
新疆地震综合预报试验性指标的初步研究.....	朱令人 王海涛(140)
震中附近与外围地区地震前兆特征的差异性研究.....	孙加林(149)
地震远源前兆的初步分析.....	山东省地震局地震预报研究中心(157)
广东及邻区震后趋势综合判定原则的讨论.....	魏柏林(162)

综合预报与决策方法

模式识别方法在地震综合预测研究中的应用.....	张郅珍 邱竞男 栗生平 关华平(171)
鲜水河与松潘、龙门山地震带5级以上地震预报的模式识别.....	
.....	韩渭宾 成小平 席敦礼 洪时中(177)
模糊数学在地震综合预报中的应用.....	冯德益 陈荣华 林命周(183)
地震预报中的模糊概率语言及其综合评判.....	朱令人(191)
地震综合计算预报方法及其物理实质.....	罗兰格 曾 炬 侯建明 孙玉海(196)

前兆异常评分与积分法综合预报.....	李广鑫(206)
对预测方法的一种统计评价法.....	朱成熹 郑兴树 张肇诚(212)
地震预报的多维统计检验与评分.....	洪时中(224)
地震会商预报效能的评判和 0-1 型统计评分的研究	朱令人 王海涛(231)

综合预报的物理基础及其他

关于地震综合预报物理基础某些问题的讨论.....	张国民 傅征祥(243)
地震的层次现象及其在预报中的意义.....	李海华(254)
关于地震短临预报的浅见.....	郭增建(263)
地震前兆的综合观测和综合预报问题.....	陈章立(267)
地震综合预报工作的若干讨论.....	高 旭 张肇诚(272)
陕西省地震综合预报问题的分析.....	吴富春(278)

地震综合预报探索二十年 ——全国地震综合预报清理研究总报告

全国地震综合分析预报清理攻关组

前 言

我国地震综合预报的探索始于1966年邢台地震,经过近20年的发展,综合预报已成为日常地震监测预报工作的重要环节,并在地震预报中起了一定作用,但至今仍处于探索阶段。全国地震综合预报清理研究工作是在国家地震局的统一部署下进行的,工作中贯彻了从基础资料 and 基础工作入手的指导思想。先把重点放在观测资料、异常判别方法、震例、前兆特征、预报情况及台网监测能力等研究工作上,以求尽量全面客观地把握全部资料,对基本情况和问题取得较客观的估计和认识。然后,进一步把工作扩展到预报判据和指标、物理基础、预报方法、科学思路 and 方向的清理。这样做,一方面可充分吸取各单项方法清理的结果,同时使综合清理工作的基础比较扎实,取得的认识和评价会比较切合实际。鉴于综合预报工作带有区域性特点,各地的实践经验和科学问题亦有差别,工作方案中采取了统一基本要求和计划,分区(省)进行工作的原则,这样有利于清理总结各地的经验,有利于发挥各方面的积极性。工作方案要求,通过综合清理,对全国性和地区性的综合分析预报方法作出评价,提出现行(试验性)预报指标及今后的研究课题。其目的是:(1)理清综合预报的历史和现状,改进工作;(2)明确思路、方向,提出措施,确定对策,组织攻关。在国家地震局领导和有关省局的大力支持下,经18个单位248人的共同努力,历时两年零9个月,完成了综合分析预报清理攻关方案的各项工作任务,各单位共提交综合和专题成果报告166篇。

本文是在以上清理研究工作的基础上,进一步由全国攻关组集体研究编写的总报告,目的是对我国地震综合预报的一些基本问题、进展、现状和方向进行总体性的分析和讨论,以更有效地进行下一阶段的攻关。报告中使用的资料基本上均源于各单位的报告,为节省篇幅将不一一给出出处。地震综合预报还很不成熟,对许多问题的认识是探索性的,报告编写过程中虽力求更充分地占有资料和依据,给出尽可能客观的分析和结论,但由于研究程度和水平所限,看法不一定都妥当。提出来供共同研究参考。

一、地震综合预报发展概况

(一)地震综合预报的含义

地震的孕育、发生和发展是一个极其复杂的过程,其影响因素很多,除地球内部因素外,还有空间环境因素等,伴随这一过程有许多地球物理、地球化学、地壳形变等异常现象。地震预报试图通过研究与地震发生过程有关的各种现象进行地震的科学预测。各单项预报手段是以地震过程的某个方面为基础来探索其与地震的关系。地震活动、地形变、地下水、地电、地磁

等各手段就是这样的。它们从观测仪器、观测环境、观测方法、干扰因素、异常分析、信息提取,直至与地震发生的关系等,都有各自的研究内容和方法,并成为相对独立的科学分支。地震综合分析预报最初产生于对各种手段观测资料的全面汇总、分析、判断之中,并在实践中逐步发展起来。综合预报研究的是各种现象之间的组合关系,以及它们与地震孕育过程的关联。例如,各种现象的持续时间与震级的关系,各种异常相对集中区与发震地点的关系等。因而综合预报研究的对象是单项的组合以及它们与地震的关联,而不是单项观测本身。如果说单项研究是纵向的充实与深入,那么综合研究不仅是横向的关联与扩展,而且是整个问题的进一步深入。20年的观测预报实践表明,对地震过程进行单项研究和对全部现象与全过程进行综合研究,是地震预报探索中相辅相成的两大方面,缺一不可。国外情况也表明,综合预报是地震预报发展的基本动向。

综合预报研究有两个途径。一是根据实际震例的归纳,从中强以上地震,尤其是7级以上大震所出现的各类异常中,抽出前兆场时空演变的综合特征,分类型、分地区地找出那些能重复的规律性组合关系及其与地震三要素的经验关系。另一途径是按不同的理论模式进行推测,以得出各种现象的关系及它们与地震的成因联系,并与实际观测资料进行对比,以最佳拟合为选择模式的依据。无论那种途径都应以单项前兆研究成果为基础。

需要指出,综合分析是相对单项分析而言的,而在实际思考问题时,二者又常联合使用。不仅在形成预报意见时,而且在排除干扰、判别异常时,在鉴别有震异常还是无震异常时,均需要进行综合分析。

(二) 我国地震综合预报研究的回顾

尽管我国地震预报课题的提出可追溯到50年代,但地震预报的实践却源于邢台地震之后,而预报实践从一开始就走的是综合预报道路。1966年邢台地震是解放后我国大陆上,在人口稠密地区造成巨大损失和影响的灾难性地震。在周总理“深入现场调查,抓住邢台不放”,“多兵种联合作战”等一系列指示下,中国科学院、地质部、石油部、测绘总局以及有关院校的大批科学工作者奔赴邢台震区,进行现场调查和试验研究地震预报方法,先后开展了地震活动、重力、地磁、地电、地形变、地应力、地下水及动物行为异常等多种项目的观测。首次地震预报的尝试是1966年3月26日的邢台6.2级强余震。当时在现场进行会商,综合5项异常而作出了可能将有强余震发生的判断。从此,开始了我国以地震前兆观测为基础而进行地震预报的科学实践活动。

以后,经过1969年渤海7.4级地震,1970年云南通海7.8级地震以及1973年四川炉霍7.6级地震等,我们积累了较多的资料,也总结了不少经验,取得了几点显著的进展:(1)提出了大震预报的长、中、短、临的工作程序的建议;(2)年度会商和例行会商制度逐步形成,成为我国地震综合预报的组织形式;(3)取得了比较丰富的前兆观测资料,提出了长期缓慢趋势性变化和短期快速变化两类不同性质的异常以及地震孕育阶段性的看法。1975年辽南海城7.3级地震预报的成功,是应用过去九年积累的预报经验的产物,以丰富多样的异常现象进一步肯定了“地震是有前兆的”,“地震是可以预报的”,并明确了长、中、短、临阶段。这是世界上第一次大地震预报成功的实例,鼓舞了人们突破地震预报的信心。但过分的乐观曾一度使我们对地震预报问题的难度估计不足,对丰富前兆资料中包含的前兆信息、前兆场的时空演变过程、各类前兆的相互关系等问题都研究得不够。在此情况下,1976年又出现了许多前所未有的新情况,一年之内相继发生龙陵(7.3, 7.4级)、唐

山(7.8, 7.1级)、松潘(7.2, 7.2级)等几组大震。诸个强震前兆的相互影响和重叠,给前兆异常的判定增添了困难。实际资料表明,不强化综合预报的研究,不深入揭示地震前兆的多样性、复杂性及其与震源的关系,不发展一套科学的综合预报方法,仅凭套用一两次强震成功预报的经验,要想解决地震预报问题是不可能的。由此可见,综合预报的必要性是由地震过程的复杂性所决定的,它应当成为地震预报走向实用化的基本方法。历史的经验告诉我们,它必须由初级向高级阶段过渡才能适应地震预报实践的需要。实际上我们已经开始进行着这个过渡。

1977年以后,我国大陆地震活动相对减弱,使从事监测预报工作的同志获得了进行资料整理和总结研究工作的时间。1979—1982年先后出版了龙陵、松潘、唐山、海城等大震的总结及“1966—1976年中国九大地震”等专著。在此期间,广大地震工作者边观测、边研究、边预报,对个别中强地震作了一定程度的预报,进一步积累了资料 and 实践经验,加强了研究工作。

1983年开始的地震综合预报清理攻关工作,进一步清理和总结了近20年来我国地震会商意见、观测资料、震例、思路、台网综合监测能力等各方面的现状和问题,提出了若干建立在经验基础上的统计综合预报(有的是定量和半定量的)方法,开始了从简单的拼盘式的经验性综合向以统计规律为基础的概率性综合预报的过渡。

(三) 我国地震综合预报研究的现状

地震会商是我国地震综合预报的组织形式之一。除了一些7级大震的预测预报之外,我国地震综合预报的广泛实践均反映在地震会商记录之中。由于会商意见是震前作出的,较之震后的总结更能客观地反映地震预报的现状和水平,所以这次清理工作中,我们对震情会商结论意见进行了清理和审查。其中包括每次会商意见的评判,历年会商预报的统计检验和评分,会商预报的效能分析等。

预报意见的评判和评分,是一个颇为复杂的问题。这次工作中各省区采用的方法、评价的标准都不同,因此只能选择几个有代表性的省区的统计结果列于表1。

表1 部分省(区)会商预报效果的统计

省(区)	统计时间	预 报 类 别	预报次数	报准次数	虚报次数	漏报次数
河 北	1976—1982	中期(年)	11	6	5	
		短期(季)	24	9	15	
		短临(周)	73	7	66	
内 蒙 古	1973—1983	中 期	18	8	10	2
		短 期	25	9	16	10
		临 震	10	2	8	1
云 南	1973—1983	中期(>6个月)	27	8	19	
		短期(2—6个月)	16	3	13	
		临震(1个月)	62	9	53	
江 苏	1973—1983	中 期	11	3	8	
陕 西	1970—1981	趋 势	9	2	7	0
		短 临	1	0	1	0

续表1

省(区)	统计时间	预报类别	预报次数	报准次数	虚报次数	漏报次数
甘 肃	1970—1984	趋 势	21	8	13	0
		短 临	26	1	25	3
宁 夏	1970—1984	趋 势	21	8	13	0
		短 临	182	17	165	3
青 海	1970—1984	趋 势	13	6	7	9
		短 临	29	5	25	5
新 疆	1970—1984	趋 势	37	26	11	12
		短 临	40	8	32	26

四川省用“多维检验与评分”方法对中期预报和经验预报进行统计检验和评分,计算出“概率增益” K 值,同时又构造了0-1型 2×2 列联表,求出顾氏评分值 S ,见表2。

表2 四川省地震预报统计检验和评分

分 类	项 目		方 案	全 工 区 计 算 结 果				只取 7 度以上地区计算结果					
				检验结果	评 分 值				检验结果	评 分 值			
					K	S ₍₁₎	S ₍₂₎	S ₍₃₎		K	S ₍₁₎	S ₍₂₎	S ₍₃₎
中期 预报 (1974 至 1984 年)	年度活动水平			不能通过检验									
	地 点	M ₁ ≥6.0		通过, α=0.001	4.02		(1°×1°) 0.026	通过, α=0.05	2.41			(1°×1°) 0.020	
		M ₂ ≥5.0		通过, α=0.001	2.86		(1°×1°) 0.071	通过, α=0.05	1.72			(1°×1°) 0.046	
	时、空、强综合	D		通过, α=0.01	5.48		0.105	通过, α=0.01	3.29			0.094	
		E		通过, α=0.001	10.51		0.176	通过, α=0.001	6.31			0.168	
短临 预报 (1975 至 1984 年)	时 间			通过, α=0.05				2.09	(旬)(月) 0.086 0.210				
	时、空、强综合	A		通过, α=0.001	12.82	0.021	0.085		通过, α=0.001	7.69	0.020	0.081	
		B		通过, α=0.001	9.63	0.014	0.056		通过, α=0.001	5.78	0.014	0.054	
		C		通过, α=0.001	8.73	0.013	0.052		通过, α=0.001	5.24	0.013	0.050	

说明: α ——显著性水平; K ——概率增益; $S_{(1)}$ ——以第一种单元为单位的顾氏评分; $S_{(2)}$ ——以第二种单元为单位的顾氏评分; $S_{(3)}$ ——以第三种单元为单位的顾氏评分。

江苏和新疆地震局分别对单项总结的中期预报情况和中期综合预报情况进行了对比,其结果见表3。

表3 单项与综合中期预报情况对比统计

省(区)	统计时间	预报类别	预报次数	报对次数	虚报次数	漏报次数	报 准 率 (%)	虚 报 率 (%)
江 苏	1973—1983	单项汇总	119	14	105		11.8	88.2
		综 合	11	3	8	未统计	27.3	72.7
新 疆	1970—1984	单项汇总	263	100	163		38	62
		综 合	37	26	11	12	70.3	29.7

应该指出,目前我们还没有一种比较科学地评价地震预报效果的方法,以上的一些统计只是一些比较直观的结果,还难以说明我国地震预报的现实水平。加之各单位的统计标准不同,各地发生地震的自然概率不同,又不能取其平均水平。但是它可以客观地表明我国地震预报现状的两个方面。即:一方面说明我国的地震预报水平还很低,虽然各地都不同程度地预报了一些地震,但不论中期预报,还是短临预报,都有较多的虚报和漏报。另一方面,江苏和新疆(表3)的统计结果表明,综合预报好于各单项总的预报。因此综合预报应大力加强。

二、地震台网监测能力的初步评价

在地震综合预报清理过程中,各单位都对本地区的地震台网的监测能力作了评价和讨论。由于这是一项新的工作,无现成的经验和方法可供借鉴,各单位均从评定台网监测能力的原则、方法、指标等方面进行了不同程度的探讨和研究,因此,所得结果相互之间的差异较大,目前还得不到全国统一的结果。但是各单位所给出的本地区地震台网监测能力的结果是明确的。

(一) 地震台网监测能力的含义

地震台网包括测震台网和前兆观测台网,因而地震台网监测能力的含义也包含两方面的内容:测震台网的监测能力和前兆台网的监测能力。测震台网的监测能力是指测定监测区内任一地点的地震基本参数的能力;前兆观测台网的监测能力是指在监测区内任一地点发生中强以上地震前,该台网可能检测到前兆异常的能力。显然,台网的监测能力与地震预报能力是两个不同的概念。台网具备较强的监测能力是地震预报的必要条件,但不是充分条件。因为要取得较高的预报能力,除要求台网有较强的监测能力之外,还需要解决观测资料的适时传输,数据的有效处理以及排除观测资料中的各种干扰提取有用信息,准确地判别各种异常,用科学的预报方法正确地进行预报决策等问题,绝不可把台网监测能力等同于预报地震的能力。

(二) 评价台网监测能力的依据和方法

测震台网控制地震的能力已有比较明确的方法,这里只给出各单位评价的结果。对前兆观测台网监测能力的评价还是初步尝试,各单位的评价原则和方法不尽相同,因而还难以给出一个统一标准的可对比的结果。但是,对如何评价前兆台网的监测能力也有一些共同的依据,主要有:

- (1) 台站密度,包括台站空间分布密度、观测项目种类的密度;
- (2) 台站观测资料质量,包括台址条件、资料的连续和可靠程度、以往异常对应地震的情况等(不包括三类资料);
- (3) 中强以上地震前兆异常空间展布的相对集中范围,单项手段对不同级别地震的有效控制距离;
- (4) 中强以上地震前兆异常展布相对集中范围内异常项目占观测项目的比例;
- (5) 预报中强地震或强震所必须的最少异常数及异常种类数。

这次综合预报清理中评价台网监测能力的方法可分为两类,一类是定性的,一类是定量的,但不论哪一类都只是给出了相对意义的结果。定性的评价方法是根据上面的依据,定性

地勾划出某些监测能力较强的地区和较弱的地区。定量的评价方法有的是定义了一个监测函数,有的是采用综合评分法,有的是单项台网监测能力的叠加,最后都采用空间扫描方法逐点评价,取得台网监测能力分布图。

(三) 各地区地震台网监测能力的初步评价

为了评价地震台网的监测能力,各单位都对本地地区的台站情况进行了比较全面的清理,包括台站位置、台址条件、观测项目、观测仪器、仪器基本参数、观测时间、资料质量等方面,取得了一份比较完整的资料。各单位的台站情况统计见表4。

从表4可以看出,我国的测震台网已初具规模,虽然分布还不均匀,但主要地震活动区已有一定数量的台站,测定地震的能力有了明显提高,全国主要地震活动区的测震监测能力见图1。

表4 各地区台站情况统计表

省、市、自治区	测震台站数	前兆台点数	前兆项目数	I、II类资料		面积(万km ²)	台网密度(台项数/万km ²)	说明
				项数	比例			
北京	38	26	46	41	89%	1.78	25.84	测震台网包括设在河北、天津的台
天津	13	50	62	61	98%	1.10	56.36	
河北	25	62	94	75	80%	19	4.95	
山西	19	25	49	34	69%	15	3.27	集中于呼、包地区
内蒙古	29	18	30	21	70%	110	0.27	
山东	26	39	47	34	72%	15	3.13	
河南	25	25	32	25	71%	16	2.19	集中于豫北地区
陕西	17	17	29	19	66%	19	1.53	集中于关中及陕南
甘肃	34	25	50	37	74%	47	1.06	集中于兰州以东
宁夏	9	11	36	26	72%	6	6.00	集中于西、海、固地区
青海	10	8	10			72	0.14	集中于西宁周围
新疆	31	15	24			160	0.15	集中于乌鲁木齐周围
四川	45	28	68	41	60%	56	1.21	集中于鲜水河、安宁河、则木河、龙门山一带
云南	52	18	21	15	71%	38	0.55	集中于辽南
辽宁	15	36	65	61	94%	15	4.33	
江苏	34	61	96	96	100%	10	9.00	
广东	21	20	26	24	92%	22	1.27	集中于沿海地区
福建	13	15	24	17	71%	12	2.00	
总计	456	499	812	627	78.06%	634.88	1.27	

我国的前兆观测台网相对要薄弱得多,并且很不均衡。除京、津、江苏、河北等地区台站密度较大外,其他地区台站密度都很低,而且台站观测资料质量也不高,III类资料约占1/3至1/2。根据现有的经验,一次中强以上地震前兆异常的相对集中范围大约为二三百公里,而在这个范围内有异常的项目仅占观测项目的10%左右。这样,在台站密度比较小的地区,地震前可望观测到的异常将为数很少。因此,可以说,不论用什么方法对其监测能力进行评价,所得到的监测能力都将是比较低的。华北地区以对5—6.5级地震前能测得8项异常,6.5级以上地震前能测得14项异常为指标,西北地区以震前能够测得3项以上III类异常为指标,分别对本地区的前兆观测台网进行评价,其结果见图2、3、4。

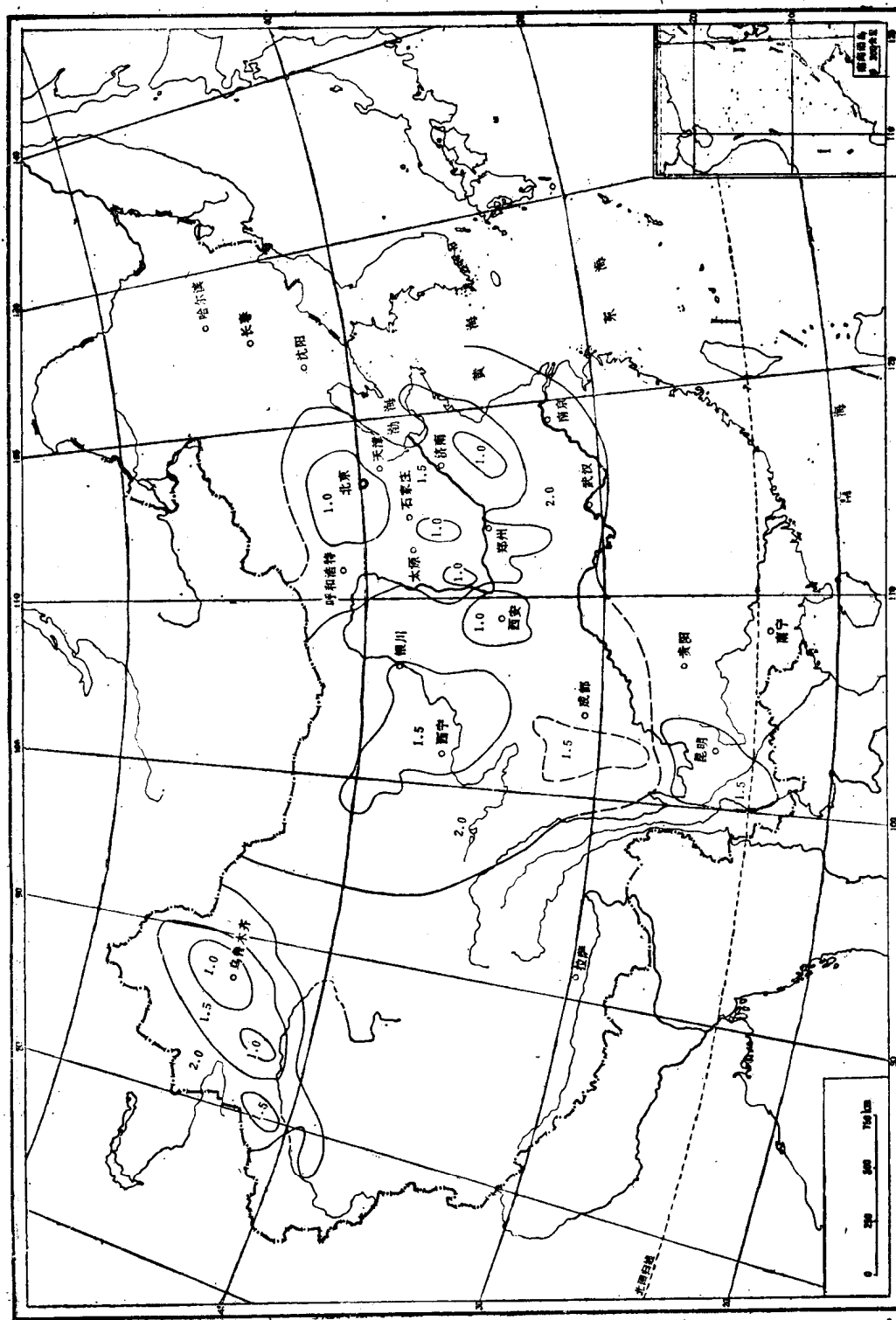


图1 华北、西北、西南地区测震台网监测能力图
图中的数字为能监测的最小震级 (M_s)

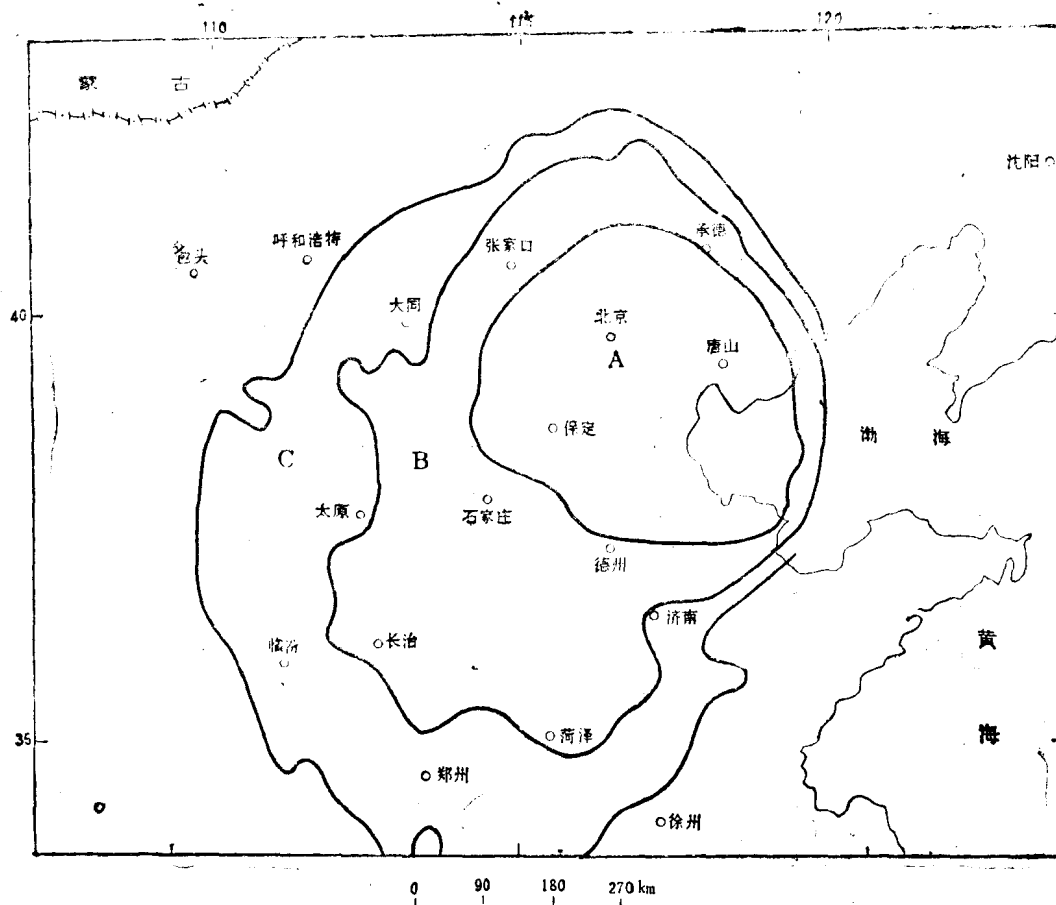


图2 华北地区前兆台网监测能力图
对5—6.5级地震；A, B, C为监测能力分类，下同

(四) 几个问题的讨论

1. 这次各单位对地震台网监测能力的评价只是一个尝试，由于方法、标准不统一，各单位给出的结果缺乏对比性。就一个单位来讲，对不同监测能力区的划分也只具有相对意义，所给定的一类(A或Ⅰ)监测区是指就本地区来说是监测能力相对最强的地区，二类(B或Ⅱ)指稍次之的地区，并非是满足地震预报要求的地区，更不是能准确预报中强以上地震的地区。

2. 就目前的评价结果而言，全国各地的台网监测能力是很不平衡的，靠近大城市地区的能力较强，而一些边远地区能力较差，特别是一些重点监视区(如华北的北三省交界、南四省交界地区，西北甘青交界的祁连山地区，西南的川、滇、藏交界地区等)前兆台网的监测能力较低，难以起到应有的监视作用。

3. 华北、西北两区给出的结果是分别利用两个地区全部前兆台站统一考虑得到的，因而是这两个地区台网的最高监测能力。而实际上，目前还没有任何一个单位掌握并使用整个地区的资料，因而就远达不到所给出的能力。就全国或各地区来讲测震台网的情况更是如此，

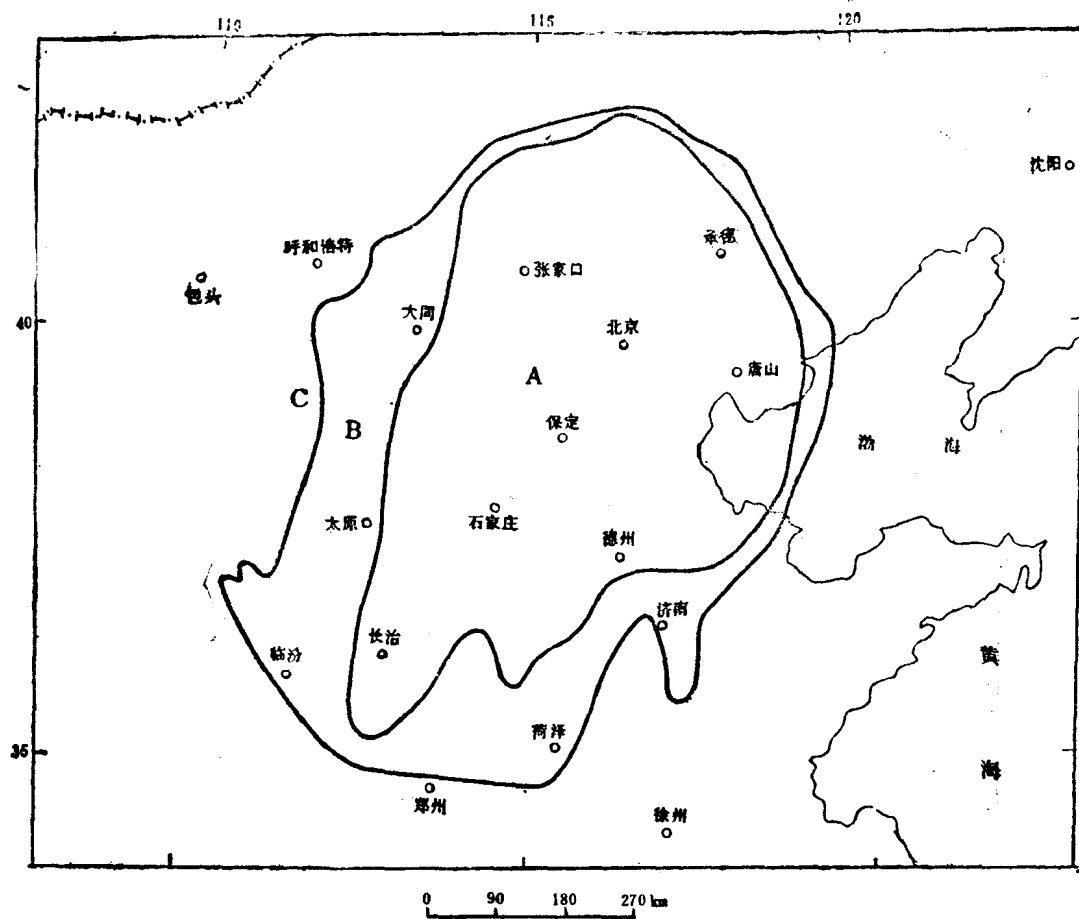


图3 华北地区前兆台网监测能力图
对6.5级以上地震

也就是说，尽管我们有了一个监测能力不算很高的观测台网，但按目前的资料管理及分析预报体制，还不能充分发挥这个台网的监测能力，无疑这是应该认真研究解决的问题。

4. 目前的台网监测能力与各单位所承担的预报任务不相适应。如内蒙古地区台站多集中于呼和浩特与包头地区，新疆地区台站多集中于乌鲁木齐周围，四川的台站多集中于鲜水河、安宁河、则木河、龙门山地带，等等，台网具有一定监测能力的地区只占其行政区的很小部分，要求当地的地震部门监视并预报全行政区的地震显然是不现实的。因而应该根据各地台网的监测能力调整各地所承担的预报任务。

5. 这一台网虽在监测与预报探索中起了一定作用，但尚不能满足地震前兆的探索向定量方向发展和机理研究的需要，也不能满足地震预报，特别是短临预报向实用化方向发展的需要。因此要继续深入研究台网布设的原则和要求，制定改进台网综合监测能力的方案。

6. 评价地震台网监测能力的工作应继续深入进行，采取统一的方法和合理的标准，作出全国地震台网监测能力分布图，以为进一步改善和提高台网监测能力提供基础资料。