

发展中的黑龙江省地震科技

纪念黑龙江省地震局建局35周年论文集

黑龙江省地震局 编



图书在版编目(CIP)数据

发展中的黑龙江省地震科技:纪念黑龙江省地震局建局 35 周年
论文集/黑龙江省地震局编. —哈尔滨:哈尔滨地图出版社,2006.12
ISBN 7 - 80717 - 506 - 0

I. 发... II. 黑... III. 地震学—文集 IV. P315 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 162047 号

哈尔滨地图出版社出版发行

(地址:哈尔滨市南岗区测绘路 2 号 邮政编码:150086)

黑龙江新华印刷厂印刷

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16 印张:37.5 插页:1 字数:920 千字

2006 年 12 月第 1 版 2006 年 12 月第 1 次印刷

印数:1 ~ 1 000 定价:120.00 元

编辑委员会

主 任 郑继烈

副主任 郭德明 张锡杰 孙文斌 张 莹

委 员 (以姓氏笔画为序)

刘 丹 李 刚 李登恒 杜国林 孟宪森

赵 谊 秦志华

主 编 郭德明

副主编 程傲雪 王成志

编 辑 (以姓氏笔画为序)

方明远 孙文彬 张凤鸣 陈晓英 郑 辉

杨金山

序

值此黑龙江省地震局建局 35 周年暨《发展中的黑龙江省地震科技》出版之际,我代表省政府向全省地震工作者表示热烈的祝贺和亲切的问候。

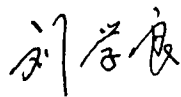
建国以来,我省发生过多中强地震,造成建筑物倒塌、破坏和人员伤亡。1972 年在中国地震局的支持和省委、省政府的领导下,成立了黑龙江省地震局,从此改变了我省对地震不设防的落后面貌。

35 年来,黑龙江省地震工作从无到有、从小到大,建设了模拟地震台网、数字化地震网络,全省地震监测预测能力稳步提升;培养锻炼了一支思想觉悟高、技术水平精湛、富有创新精神的科技队伍;地震科学研究和预报水平不断提高。特别是近十年来,防震减灾事业的投入不断加大,地震监测预报、震灾预防、应急救援三大工作体系建设得到长足发展,全省综合防震减灾能力得到显著提高。在 1986 年德都中强震群、2005 年林甸地震及平息地震谣言过程中黑龙江省地震局发挥了很好的作用。

黑龙江省全体地震工作者为全省人民站好岗、放好哨,在防震减灾事业上作出了突出的贡献。

防震减灾工作是一项造福于全社会、全人类的公益事业,是构建社会主义和谐社会的重要组成部分,任务艰巨,责任重大,使命光荣。全省广大地震工作者要进一步增强国家安全隐患意识和忧患意识,坚持预防为主、防御和救助相结合的方针,围绕防震减灾面向经济、面向社会、面向科技、面向市场的工作思路,紧紧依靠科技、法制和全社会的力量,继续加强监测预报、震害防御、应急救援三大工作体系建设;要按照预防与应急并重、常态与非常态结合的原则,建设好精干的地震应急救援队伍;要加强防震减灾宣传教育,提高公众参与和自救的能力,实现社会预警、社会动员、快速反应、应急处置的整体联动,形成统一指挥、反应灵敏、协调有序、运转高效的防震减灾管理机制。希望全省地震战线的全体干部职工再接再厉,为省的经济发展与社会进步提供强有力的安全保障,为构建和谐龙江作出新的更大的贡献。

黑龙江省人民政府副省长



2006 年 12 月 26 日

前 言

黑龙江省地震局已经走过了 35 个春秋。我们决定把 35 年来防震减灾事业的历史经验,特别是防震减灾科技事业的发展加以总结,把科技论文选编成书,献给黑龙江省地震事业的创业者和建设者,献给行将加入这一队伍的一代又一代的建设者。

黑龙江省地震科技发展的 35 年是一部艰苦卓绝的防震减灾创业史。之所以艰苦卓绝是由于我们“一穷二白”:一是基础太差、起点太低,一切从零开始;二是我们没有经验,必须向别人学习。为了迅速改变我省防震减灾的落后局面,在中国地震局的领导下,在黑龙江省委、省政府的支持和关怀下,全省地震工作者艰苦奋斗、积极进取,付出了劳动,贡献了智慧。全省防震减灾事业取得了令人瞩目的发展和进步。

35 年来,黑龙江省地震局按照中国地震局的部署和要求,建立了三大工作体系,并始终把监测预报地震放在首位。建设了全省区域地震台网和前兆监测台网、开展流动观测、在主要地震构造带进行地震地质考察研究、进入地震现场进行考察研究、开展地震应急救助、开展群测群防和三网一员建设,使全省地震监测能力、中短期地震预报水平有了提高。对 1986 年德都 5 级地震群作出了一定程度的预报,受到省政府领导的肯定。

德都地震群促进了全省地震科学研究的发展。从 1975 年牡丹江地震台仇兆和在《地震战线》上发表我省第一篇地震观测技术方面的论文开始,到 1986 年德都地震前,全省公开发表的科技论文不足 10 篇,而且以地震观测技术方面的论文居多。从 1987 年开始,科技论文的数量开始增多,省地震局、台站和地震办的科技人员发表的论文涉及地震活动性、地震前兆、地震地质、地震现场考察、仪器研制和科技发展战略。论文多在《东北地震研究》等区域性刊物上发表。论文质量有所提高,有 10 多篇被评为优秀论文,并在重点刊物上发表。

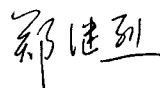
进入 21 世纪以来,随着三大工作体系的逐步建立和完善,随着“九五”和“十五”计划的实施,数字化观测技术的应用、计算机技术的普及和提高、年青科技工作者的逐步成长,全省地震科研工作步入全新的时期。在火山考察研究和灾害预测、计算机软件编程、地震活动的构造环境、工程地震评价等诸多领域发表了大量论文,而且有些论文追踪了国际先进水平。一些研究成果发表在《地球物理学报》、《地震地质》、《中国地震》、《地震工程与工程振动》等核心期刊上。

最近国务院提出了 2006~2020 年防震减灾国家目标——“到 2020 年全国基本具备综合防御 6 级左右、相当于各地区地震基本烈度的地震能力,大中城市、经济发达地区的防震减灾能力力争达到中等发达国家水平”,这是十分光荣而艰巨

的任务。我们应该从实现“和谐社会”的重大战略任务和树立并落实科学发展观的高度,抓住“十五”收尾和“十一五”规划的历史机遇,以对人民高度负责的精神,切实做好防震减灾工作。

回首 35 年防震减灾工作历程,每一个从事防震减灾事业的同志,都要有爱岗敬业的精神,肩负党、政府和人民殷殷期望,承接已有的历史经验和取得的科学成果,进一步做好地震监测预报工作和防震减灾工作,为减轻地震灾害、构建社会主义和谐社会,作出更大的贡献。

黑龙江省地震局局长



2006 年 12 月

目 录

第一部分 构造环境与地震活动

日本海区板块俯冲与华北地震·····	孙文斌 和跃时 李英波(1)
对地震目录进行深层开发及活化资料的探索·····	仇兆和 刘连仲(12)
中强地震前空区图像一例·····	刘国钧(16)
中强地震的 H 值与地震预报·····	张弘弢 李成祥 孟宪森(22)
黑龙江省十年地震危险性评估·····	郭德明 孙文斌(27)
深震能量速率与地震预测·····	孙文斌(31)
博克图、德都中强震前地震空间分布的研究·····	安 钢 李成祥 商德山(34)
黑龙江省及其邻区地震序列早期特征研究·····	孟宪森 关玉辉 张亚江等(41)
黑龙江河谷及邻近地区地震活动特征·····	孟宪森 陈洪洲 关玉辉(46)
伊春 $M_L 5.3$ 地震及其震后趋势判定·····	姜锦华 盛宪昆 孟宪森 方明远(52)
东北北部地区地震活动与震后早期趋势判断·····	孟宪森 关玉辉 朱福祥 王 杰(56)
西太平洋 Benioff 带的形态及其应力状态·····	孙文斌 和跃时(63)
黑龙江省及其邻区非构造性地震振动研究 ·····	孟宪森 郑 辉 关玉辉 王晓峰 姜锦华(73)
黑龙江及邻区地震史料研究与疑难地震·····	孟宪森 陈洪洲 关玉辉(80)
鹤岗煤矿开采诱发地震研究·····	张凤鸣 余中元 许晓艳等(85)
鹤岗煤矿矿震与区域天然地震活动相关性分析·····	张凤鸣 余中元 许晓艳等(90)
Features of Seismicity in the Northeastern China Region and Their Relation to the Subduction of the Japan Sea Plates·····	Sun Wenbin and He Yueshi(95)

第二部分 前兆科学研究

水文地球化学方法前兆机制的实验研究 ·····	孟淑德 程傲雪 刘桂芳 曲云岗 谷森林(108)
牡丹江 1020 吨爆破的水氡效应·····	程傲雪 王泽成 刘云有(113)
绥 2 井水位对浅层抽水的反映及其分析·····	纪振林 盖 庆 许学礼 车用太(119)
绥化地震台地电阻率异常的初步探讨·····	陆永发(124)
电极极板老化对地电阻率观测影响的实验·····	王瑞祥 李永林(127)
地球重力模型中球谐函数阶数的异常源深度估计·····	贺传松 左兆荣(130)
湾一井水位年动态变化研究·····	关玉辉 孟宪森 董 义(134)
萝北井水位年动态变化研究·····	关玉辉 孟宪森(139)
汤原 4.7 级地震前后依兰台地倾斜异常机制的研究 ·····	王成志 孟祥龙 朱 勇 黄贵金(143)
绥化台地电阻率趋势性下降原因探讨	

..... 陈晓英 王全球 姜锦华 张亚江 李明忠(148)	
利用小波变换方法分析林甸 5.1 级地震前的地下流体异常特征	石 伟(153)

第三部分 地震观测技术

长周期面波	钱 英 赵荣国(158)
转换波 P_{is} 震相	孙文斌(160)
地电观测的微型机化	屈云升 王瑞祥(162)
德都台地磁 D 分量月均值异常原因初探	吴海军(167)
延寿跨断层短水准测量误差性质及其来源的讨论	
..... 王成志 李希文 柴红铎 宋淑杰(171)	
大庆台网地壳速度模型初步研究	王凤贤 魏小虹 王玉先 李 波 彭春红(175)
数字地震仪远程故障分析(节选)	王晓峰 贾 军 杨文东 刘彦雨 孟宪森(179)
CB-3 记录仪温度控制系统	吴海军 徐忠义 刘德柱(183)
地震定位研究及应用综述	杨文东 金 星 李山有 马 强(188)
编制区域地震波走时表方法探讨	王秀娟(197)

第四部分 近代火山学研究

黑龙江省新生代火山岩构造环境与地震活动	陈洪洲 徐亚勤(201)
老黑山、火烧山(1719~1721 年)火山地质	吕宗文(207)
五大连池火山群的构造环境与喷发机理	吕宗文(217)
五大连池老黑山火烧山火山喷发物及形成的物理过程	任锦章 陈洪洲(222)
黑龙江二克山火山喷发序列特点和喷发期次的考察研究(节选)	
..... 任锦章 魏海泉(226)	
五大连池火山构造地震空间分布及其构造含义	张凤鸣 张守国 邹卫东(229)
板内火山喷发机制的研究	赵 谊 黄 耘 王金周(234)
五大连池火山活动区构造应力场	张凤鸣 许晓艳(241)
五大连池近代火山老黑山火烧山火山喷发过程的考察研究	
..... 任锦章 白志达 陈洪洲 杨森林 潘玉林(246)	
五大连池火山区水文地球化学背景	孙如波 杜建国(253)
五大连池火山新史料及对火山喷发过程的讨论	任锦章 陈洪洲 吴雪娟(260)
五大连池火山构造地震波特征的初步研究	许晓艳 张凤鸣 张守国(266)
五大连池火山构造环境与地震活动	张凤鸣 许晓艳 张守国等(271)
火山碎屑空降沉积的二维数值模拟	赵 谊 张程远 席道瑛(277)
镜泊湖全新世火山喷发特征	陈洪洲 马宝君 高 峰(285)
Relationship between earthquake and eruption inferred from historical records	
..... Chen Hongzhou Gao Feng Wu Xuejuan Meng Xiansen(293)	

第五部分 地震地质与工程地震

依兰萝北地堑盆地地震地质特征初步探讨	郭德明(301)
场地组合土对输入地震动的影响	贺传松 周正华 李山有(311)

黑龙江沿岸(萝北—黑河段)地区新构造活动与地震

..... 郭德明 方明远 曲家志 孙文彬	(316)
牡丹江地震小区划工作中的技术思路	方明远 程傲雪 薛仲新 (322)
浅析现代物探技术在工程地震中的应用	韦庆海 薛仲新 杜国林 (326)
潜在震源区划分对地震安全性评价的影响	杜国林 薛仲新 韦庆海 (330)
三维场地波动传播的快速射线追踪法	赵 谊 高尔根 赵振东等 (336)
绥化电视发射塔工程场址地震基本烈度影响因素的探讨	薛仲新 (343)
Terzagni 一维固结的 Laplace 变换解	韦庆海 艾智勇 (353)
松花江斜拉桥抗震性能评价	杜国林 张立忱 欧阳兆国等 (359)

第六部分 计算机技术

水氧测量中脱气过程的控制理论及计算机实现方法	程傲雪 (369)
大震速报应用软件	和跃时 孙文斌 (381)
CDSN 台站用 C 语言调用 ORACLE 数据库的震级计算软件	和跃时 孙文斌 (384)
黑龙江省地震信息网站设计与开发的层次策略	周 浩 张凤鸣 (388)
SEED 格式地震数据的快速转换软件	王秀娟 和跃时 武利华 (393)
CDSN 台实时监视数字波形	和跃时 孟宪森 孙文斌 (398)
黑龙江省数字化区域前兆台网中心技术系统的组成与管理维护	周 浩 马 坤 吴宝峰等 (403)
国家数字地震台数据自动备份软件	马宝君 赵 谊 闫 峰等 (410)
数字化区域地震前兆台网 AFTS 系统设计开发	周 浩 (414)
地震波走时表及体波量规函数在软件设计中的使用方法	和跃时 孙文斌 孟宪森 (421)
ORACLE 高级队列在地震前兆数据传输中的应用研究	石 伟 刘 治 徐宏韬 (426)
深源地震处理软件开发	郑 辉 常 征 杨文东 (432)

第七部分 1986 年德都地震

德都地震孕育及活动特征	张凤鸣 李 刚 赵 谊 李登恒 陈晓英 (437)
德都地震地下水异常特征	许学礼 谷森林 刘宝恒 (445)
1986 年德都地震影响场及地震地质条件初步分析	郭德明 (449)
德都地震回顾	王泽成 (459)
1986 年德都四次中强地震地下水异常	许学礼 郭德明 刘宝恒 (462)
1986 年 2 月 9 日、3 月 1 日、8 月 16 日黑龙江省德都 5.0、5.4、5.5 级地震震群	陈兆英 张凤鸣 陆永发 陈晓英 (468)
绥化台地电阻率异常与龙镇震群	陆永发 (481)
德都地震前湾 1 井水位的四阶段映震异常及其预报意义	丁成儒 (487)
黑龙江省德都地震发生前后依安 102 井水位异常及其分析	丁成儒 (492)
黑龙江省 1986 年德都中强地震震源参数	张凤鸣 伊福兰 (498)
1986 年德都中强震群地震活动性再研究	许晓燕 张凤鸣 孟宪森 姜锦华 (502)

第八部分 应急、减灾、管理、综合

1986 年德都地震后地震误传事件的社会影响及初步剖析	仇兆和(507)
对 2000 年黑龙江省地震科技工作发展战略的初探	朱景春(510)
黑龙江省主要灾害与减灾战略初探	朱景春 屈云升 杜国林(514)
谈防震减灾工作中的地震信息	吴秀兰(519)
黑龙江省地震局科技档案管理系统	王 杰(521)
黑龙江省主要灾害成因及规律的探讨	杜国林 韦庆海(524)
赴美国参加应急救援培训的几点感受和建议	张 莹(530)
进一步加强台站建设的几点思考	郑继烈(532)
认真执行《党政领导干部选拔任用工作条例》 坚持正确的用人导向	郑继烈(536)
完善地震应急救援体系建设 提高应急救援工作能力	张 莹(540)
加强“三网一员”群测群防网络建设的调查与思考	张锡杰 方永祥(544)
科技管理工作如何与科技发展需要相适应的思考	李 刚(547)

第九部分 科技论文(摘要)

一种拾震器的简易防潮法	仇兆和(551)
一种适用于单台大震速报的微型计算机程序设计	钱 英(551)
齐齐哈尔地震“窗口”的频度变化特征及预报效能	黄忠仁(552)
DZP—1 型地磁三分向磁变仪自动控制配电盘的研制	马宝利 曲家志(552)
我国火山监测研究的思路	任锦章(552)
当今世界火山监测研究最新成果及其借鉴	赵 谊(553)
火山地震的概念和一般特征——国外火山监测研究的进展(一)	任锦章 赵 谊(553)
地震谣传的诱发原因、演变特征及平息对策	韩振海 仇兆和(553)
大兴安岭北部苏联境内爆破与地震的研究	孟宪森(554)
黑龙江省地震构造	郭德明 徐好民 袁清凯(554)
试论地震台站监测、科研、预报三结合	韩振海 孙文斌 仇兆和(554)
动物的习性及其环境影响	许学礼 宋兴甲 刘纯连(555)
黑龙江省中强震的周期性特征及中长期预报效能	黄忠仁(555)
五大连池火山区的地震活动特征及其成因的初步探讨	赵 谊 冯德益(556)
黑龙江省台网台基与震级测定差异	孟宪森(556)
依兰—伊通裂谷火山活动与地震活动	陈洪洲 任锦章 徐亚勤(556)
东北地区浅源中强震及深震与西太平洋板块俯冲	孟宪森 朱景春 孙文斌 许学礼 李登恒(557)
新托尔巴奇克火山研究综述	陈洪洲 任锦章 王 杰(557)
五大连池火山与冷泉	吕宗文 孙盛杰(558)
我国火山灾害评估中的问题初探	潘玉林(558)
周期—频度谱方法在大庆台网数字化地震记录分析中的应用	孟宪森 关玉辉 朱玉文 潘国忱 魏晓红 姜永忱(558)

大庆台网震级测定偏差研究

.....	孟宪森	朱玉文	关玉辉	姜永忱	魏晓红	潘国忱(559)
论新托尔巴奇克火山对五大连池近代火山研究的借鉴意义	陈洪洲					任锦章(559)
五大连池火山区土氢分布特征与断裂关系的初探						孙如波(559)
五大连池火山群新期火山渣丘成因的探讨	潘玉林					杨森林(560)
地震分析应用软件包	和跃时					孙文斌(560)
地震学预报方法在博克图 5.6 级地震研究中的应用	孟宪森	关玉辉(560)				
五大连池老黑山火烧山火山喷发方式的探讨	陈洪洲	任锦章	曲家志(561)			
黑河台记录爆破与地震的识别	戴昕志	关玉辉	张亚江	孟宪森(561)		
ARS 软件滤波器在 CDSN 台站中的扩展应用	和跃时(561)					
MDCB 型地震前兆监测仪的临震信息浅析	王凤贤	李 波	佟艳英	王玉先(562)		
地震数据处理中 SHK 和 DBF 格式文件互换技术	和跃时(562)					
无线通讯服务软件	周 皓(562)					
依兰地堑盆地地震活动及其背景浅析	朱 勇(563)					
用 VB 语言实现地震动态演示	孟宪森	孙晓利(563)				
从新发现的满文史料看五大连池新期火山喷发过程与特征	陈洪洲	任锦章	吴雪娟(563)			
CDSN 台站典型震例数字地震图库的建立	和跃时	刘希玲	杨一飞(564)			
鹤岗富力煤矿冲击地压的研究	张凤鸣	许晓艳	张世忠	杨文东	张景生(564)	
大庆台网记录地震震相滞后问题的研究	王凤贤	魏小虹	关玉辉	王玉先	杜 伟	袁卫红(564)
五大连池火山危险性分析	赵 谊	邹卫东	周 皓(565)			
数字地震台操作分析工具——DIMAS 软件包简介	和跃时	王秀娟(565)				
用 VB 语言实现地震观测资料格式转换	孟宪森	孙晓利	关玉辉(566)			
NT Server4.0 组网技术应用初探	周 皓(566)					
绥化及周边地区地震活动特征研究	杜国林	于 露	韦庆海(566)			
黑龙江省地震前兆信息网络技术特征	周 皓	孙文彬	毕良仁	王维远(567)		
哈尔滨高新技术开发区场址砂土液化评价与抗液化措施	杜国林	韦庆海	梁 辉	薛仲新(567)		
一架山火山考察	陈洪洲	关玉辉	戴昕志	孟宪森	王丽梅(567)	
基于 NT 系统的 FTP 服务器的构建及安全访问控制策略的实施	周 浩	张凤鸣	孙文斌	王祝华	王成志	孟宪森(568)
基于 Exchange Server 5.0 前兆网络邮件系统的建立	周 浩	周 华	盛宪昆	张凤鸣	王成志	孟宪森(568)
爱辉历史地震考	关玉辉	孟宪森	陈洪洲	王 杰	戴昕志	杨 成(568)
西太平洋板块俯冲与我国东北和华北块体地震活动	孟宪森	郑 辉	姜锦华(569)			
五大连池火山区地名考	陈洪洲	高 峰	吴雪娟(569)			
汪清 7.2 级深震与黑龙江省及其临近地区地震活动趋势分析	张凤鸣	许晓艳	胡滨生(570)			

五大连池火山 1720 ~ 1721 年喷发观测记录	陈洪洲	吴雪娟(570)
利用数字地震记录计算震中方位角方法简介		和跃时(570)
火山空降碎屑灾害预测软件包的研制	赵 谊	马宝君 施行觉(571)
五大连池老黑山火山的两次喷发活动	陈洪洲	刘永顺 高 峰(571)
五大连池火山区地热显示及开发前景探讨	杨森林	潘震宇 潘玉林(572)
从历史记录看地震与火山喷发关系	陈洪洲	高 峰 吴雪娟 孟宪森(572)
依兰—萝北地震危险区地震活动跟踪研究		郭德明(572)
应用 ADO 技术设计开发基于地震前兆数据库查询系统		周 浩(573)
ADSL 宽带技术的实现——黑龙江省地震信息网的改造	周 浩	金星 马 坤 蒋昭琳(573)
嫩江断裂构造及其与地震活动的关系	陈洪洲	余中元 许晓艳 陶汝朋 高 峰(573)
开原—赤峰断裂两侧地震序列活动差异	孟宪森	关玉辉 姜锦华(574)
ORACLE 高级队列技术在地震目录数据传输中的应用	石 伟	刘 治(574)
IASPEI91 实用震相走时表及计算方法		和跃时 孙文斌(574)
镜泊湖全新世火山研究成果概述	陈洪洲	樊棋诚 高 峰 孙 谦(575)
CDSN 台站的大震报警软件	和跃时	孙文斌 孟宪森(575)
应用震源机制解分析依兰—伊通地堑北段现代构造应力场	张凤鸣	许晓艳 刘铁军 张世忠 孙文彬(576)
实时波形数据断记的解决办法		马宝君 赵 谊(576)
数字地震台站地震分析软件的研制	和跃时	孙文斌 崔东源(576)
依兰—伊通地堑断裂北段地震活动的某些特征探讨	郑照福	于恩影(577)
NCDSN 台站地震监测系统实时监视软件	马宝君	赵 谊 崔东源 马 莉 李云龙(577)
林甸 5.1 级地震与延寿地震台竖直摆倾斜异常	李继业	胡滨生 郑照福(577)
林甸 5.1 级地震及震后趋势判断	袁卫红	魏小虹 孟宪森(578)
应用小波变换提取林甸 5.1 级地震的前兆异常信息		石 伟(578)
前兆异常与地震预测的一点思考	孟宪森	常 征 郑 辉(578)

第十部分 研究生学位论文(摘要)

场地条件对输入地震动的影响	贺传松(579)
五大连池火山危险性分析	赵 谊(580)
五大连池火山构造地震研究	许晓艳(580)
火山危险性和空降碎屑灾害的研究	赵 谊(581)
基于共同作用理论的高层建筑桩筏基础优化设计的研究	韦庆海(582)
基于 Oracle 高级队列的地震前兆数据传输的研究与实现	石 伟(583)
火山活动对环境影响与环境保护对策的研究	赵 谊(585)
编后语	(586)

第一部分 构造环境与地震活动

日本海区板块俯冲与华北地震*

孙文斌 和跃时 李英波
(黑龙江省牡丹江地震台)

摘 要 根据日本海西部 17 次深源地震($h > 350$ 公里, $M_b > 4.0$)震源机制结果的统计分析,得到该区地震应力场的优势方向,主压应力轴为 $85^\circ \sim 110^\circ$,主张应力轴 $255^\circ \sim 280^\circ$ 。据日本海西部深源地震与华北、东北强震活动的相关性,求得地震迁移的距离与时间的回归方程。这个结果对华北地震的预报具有一定的意义。

一、引言

日本海西部深震与我国华北、东北浅震具有相关性。但若揭示其物理过程,则要考虑太平洋板块在日本海区(下称日本海区板块)俯冲的具体特征及对华北块体的作用方式。基于此,我们对日本海深震区板块俯冲特征作了定量的描述,并对日本海深震与华北浅震的相关机理作了粗浅的讨论。

二、日本海西部深源地震震源机制解与板块俯冲特征

1. 资料

本文使用的 1969 ~ 1979 年间 12 次深源地震的 P 波初动资料,取自国际地震资料中心(BISC)及《中国地震台网观测报告》。为控制节线变化范围,对于《中国地震台网观测报告》中未刊录的一些中小深震,分别查取、加入了长春台及牡丹江台的 P 波初动资料。离源角 i 取自 Ritsema 曲线图,结果一律用上半震源球面的乌尔夫网投影表示。

2. 深源地震震源机制解与板块俯冲特征

用乌尔夫网求得 12 次深源地震的震源机制解(表 1、图 1),并引用《中国地震震源机制的研究》中的 5 次深震的震源机制解,将地震应力主轴投影到乌尔夫网上[图 2(a~c)]。可见,压应力轴的优势方向为北西西—南东东,仰角基本上小于 30° ,其平均值及标准离差为 $25^\circ \pm 8^\circ$;张应力轴为东西向,仰角基本上大于 60° ,其平均值及标准离差为 $59^\circ \pm 11^\circ$ 。节面可分为向西倾 A 节面及向东倾 B 节面二组。A、B 节面平均倾角及标准离差分别为

$$A = 68^\circ \pm 15^\circ, B = 28^\circ \pm 20^\circ$$

根据应力主轴及 A、B 节面倾角的平均值,得出日本海深震震源机制综合剖面图及 P 轴仰角剖面图[图 2(d)],剖面方向按 AF 线[图 3(b)]。

为考查板块俯冲方向及倾角,我们按日本海区深震等深线的梯度方向取剖线 AF,分别求出 AF 线与深震等深线的交点经纬度(表 2),由此计算板块的俯冲面方程

* 《地震学报》第 7 卷第 1 期 1985 年 2 月

表 1 日本海深震震源机制解

Table 1 Focal place solutions of deep-focus earthquakes in the Japan sea

序号	发展时间		震中位置		深度 (km)	震级 M_b	节面 A			节面 B			P 轴		T 轴		N 轴		精度
	年月日	时分秒	北纬	东经			走向	倾向	倾角	走向	倾向	倾角	方位	仰角	方位	仰角	方位	仰角	
1*	1940.7.10	13-49-52.0	44.90	130.40	560	$7\frac{1}{4}$	30	NW	20	93	S	80	349	33	203	51	90	17	B
2*	1949.5.5	09-27-06.0	43.00	131.00	550	7.2	18.6	NW	82	103	S	58	147	16	246	28	32	57	
3*	1954.11.9	05-56-03.0	41.20	131.80	500	6.8	8	W	71°	25	SE	20	103	26	270	64	10	5	
4*	1960.10.8	05-53-01.0	40.00	129.70	600	6.7	33	NW	73	359	E	21	114	27	320	61	210	11	
5*	1967.4.24	23-12-48.0	42.40	131.00	550	6.0	32	NW	55	281	SW	63	338	5	243	47	71	42.2	C
6	1969.3.31	19-25-27.0	38.49	134.52	397	5.7	180	W	75	360	E	15	90	30	270	60	360	0	C
7	1969.4.10	14-54-04.0	42.10	131.06	547	5.2	158	SW	85	338	NE	5	68	40	248	50	338	0	B
8	1973.9.10	07-43-32.3	42.80	131.10	552	5.8	187	NW	72	7	SE	18	97	27	277	63	7	0	B
9	1973.9.29	00-44-00.3	41.93	130.99	567	6.3	193	W	73	38.5	SE	19	109.4	27	271.2	62	13	7.5	A
10	1975.6.29	10-37-40.6	38.79	130.09	549	6.1	228	NW	72	48	SE	18	138	27	318	63	48	0	A
11	1976.4.11	13-03-36.8	42.81	131.06	542	5.0	193	NW	75	321	NE	23	88.5	27	308	56	188	17.2	C
12	1977.2.3	21-31-50.2	42.90	131.07	520	4.9	172	SW	65	345	NE	25	79	20	267.8	69	171	2.7	C
13	1977.10.12	00-46-23.7	41.73	133.73	448	4.4	181	W	70	350	E	20	84.2	25	269	65	180	4	C
14	1978.7.3	21-01-47.6	43.21	130.90	524	4.9	172	SW	72	352	E	18	82	27	262	63	352	0	C
15	1978.6.15	03-19-09.0	43.41	135.45	365	5.2	165	SW	54	338	NE	36	71.6	9	271.6	80	162	3	B
16	1978.10.21	02-36-10.2	41.27	135.54	362	5.1	175	SW	74	25	SE	18	92.5	29	252.5	60	358	8.7	B
17	1979.1.31	12-36-24.2	42.79	131.21	536	5.5	4.5	W	72	48	ES	24	108	25	251	59.5	9.5	15.5	A

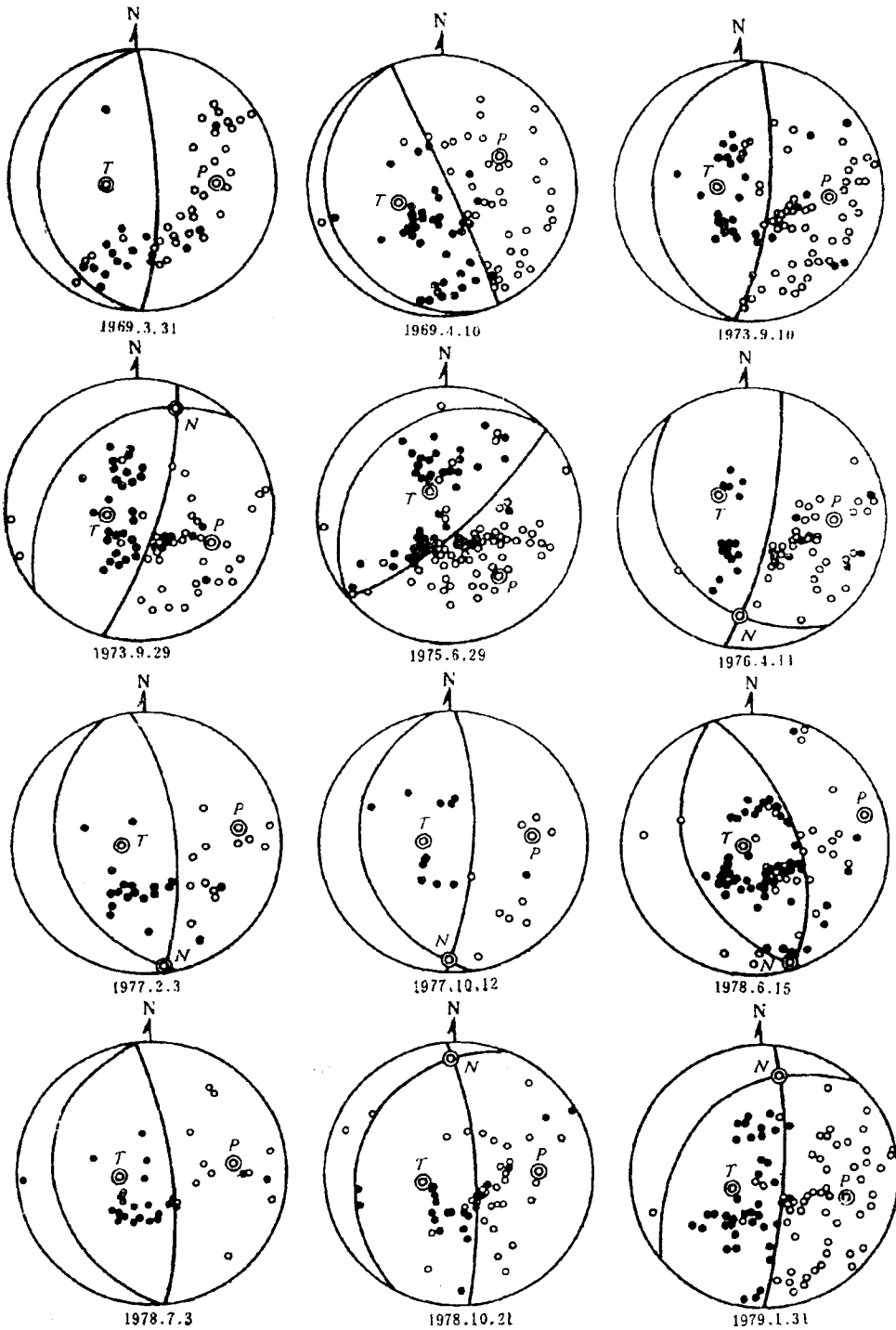


图 1 12 次深源地震震源机制图

(·初动为正, °初动为负)

Fig. 1 Mechanism of 12 deep-focus earthquakes

$$\Delta = 7.05 + 2.19h$$

相关系数 r 接近于 1。式中 h 为深度, Δ 为水平距离, Δ 、 h 单位为公里。起算原点均为日本海沟轴 A 点。由斜率求得板块俯冲倾角为 25° 。由图测量, 得板块俯冲方位为 $100^\circ \sim 105^\circ$, 这与文献[4]按 AB 剖线计算的板块俯冲倾角 26° 基本一致, 文献[4]取板块俯冲倾角 α 为 26° , 俯冲速度 v 为 8.7 厘米/年。计算了 AB 剖面上板块内的温度分布, 结果表明, 由于板块以高速度、小倾角俯冲, 使较冷的等温线被拉下去很多, 因此, 为深部发生脆性破裂产生地震提供了有利条件。

综上所述, 得出日本海区板块俯冲的基本特征如下:

(1) 由 1 次深震震源机制解确定的二组节面, 其平均位置与板块俯冲面分别交 $45^\circ \sim 50^\circ$ 的锐角[图 2(d)]。断层性质均为逆断层(图 1), 因而推得板块俯冲带深部区域($h > 350$ 千米)的地震, 可能是主要受板块俯冲的挤压作用引起的;

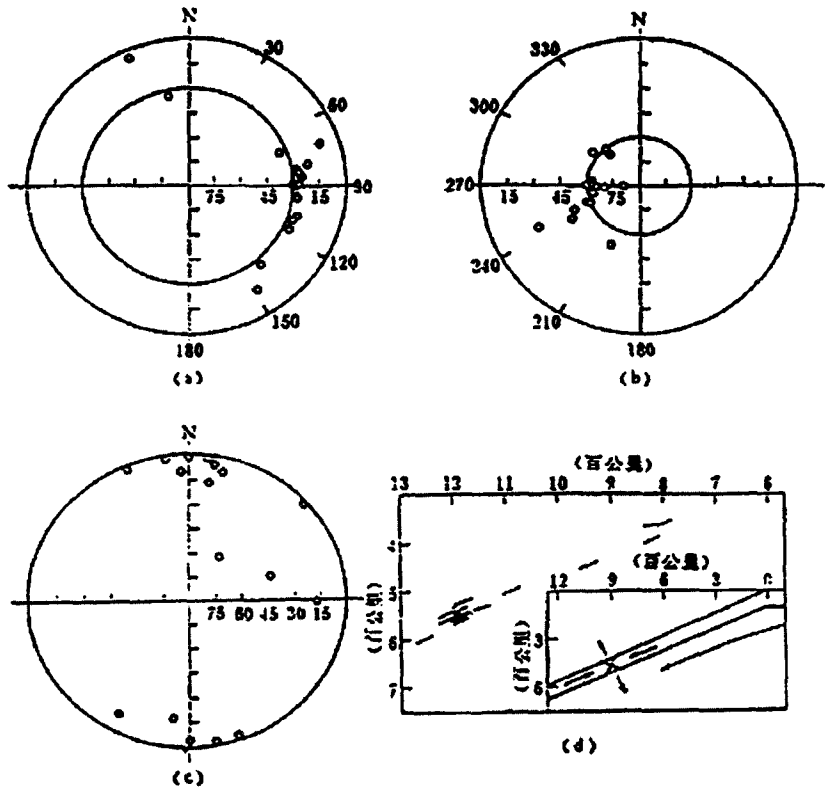


图 2(a) P 轴出地点分布

Fig.2(a) Upper hemisphere stereographic projection of P axes of fault plane solutions

图 2(b) T 轴出地点分布

Fig.2(b) Upper hemisphere stereographic projection of T axes of fault plane solutions

图 2(c) N 轴出地点分布

Fig.2(c) Upper hemisphere stereographic projection of N axes of fault plane solutions

图 2(d) 主压应力轴仰角变化及日本海区深源地震震源机制综合剖面图

Fig.2(d) Distribution of plunge angles of the principal compression stress axes and comprehensive profile of focal mechanism solutions of deep-focus earthquakes in the Japan Sea

(2)统计得出,主压应力 P 轴的优势方位为 $85^\circ \sim 110^\circ$ [图 2(a)],与日本海深震等深线的梯度方向,即板块俯冲方向 $100^\circ \sim 105^\circ$ 基本相符,或者说,主压应力轴与等深线走向近于垂直[图 3(a)];

(3)主压应力 P 轴平均仰角为 25° (优势仰角为 27°),与沿 AF 剖面得出的板块俯冲倾角 25° 相同[图 2(d)];主压应力 T 轴与俯冲面近于垂直,其优势方位为 $255^\circ \sim 280^\circ$ 。深震震源机制解的主压应力轴与俯冲面相平行的特点,显示了深震的发生与板块俯冲运动有关;

(4)由日本海沟起,按剖面 AF 计算,倾角取 25° ,深度取 600 公里,则板块俯冲面宽达 1 287 公里,居全球之首。如此巨大宽度的俯冲带,俯冲角度又较低,其原因值得进一步探讨。

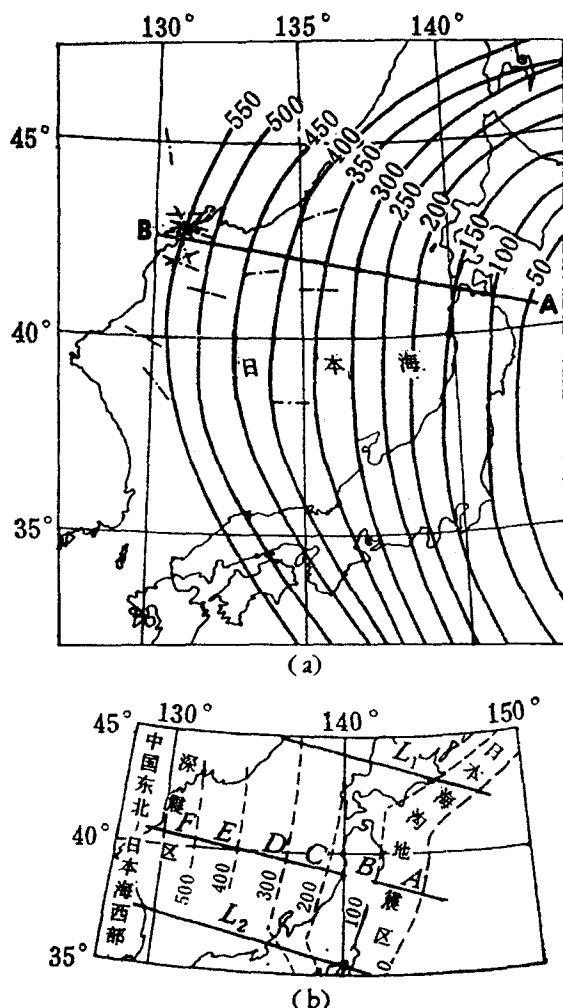


图 3(a) 日本海区深源地震主压应力走向平面分布图

Fig.3(a) Sketch palne of orientations of the principal compression stress axes for deep-focus eartinquakes in the west part of the Japan Sea

图 3(b) 地震活动分区

Fig.3(b) Divide region of seismicity