

地震科学基金成果汇编

地震科学基金会办公室 编



十五

地震出版社

地震科学基金成果汇编

(“十五”分册)

地震科学基金会办公室 编

地震出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

地震科学基金成果汇编/地震科学基金会编. —北京: 地震出版社, 2007. 6

ISBN 978 - 7 - 5028 - 3078 - 6

I. 地… II. 地… III. 地震学—科技成果—汇编—中国 IV. P315

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 057796 号

地震版 XT200700028

地震科学基金成果汇编 (“十五” 分册)

地震科学基金会办公室 编

责任编辑: 李小明

责任校对: 庞娅萍

出版发行: **地震出版社**

北京民族学院南路 9 号

发行部: 68423031 68467993

门市部: 68467991

总编室: 68462709 68423029

E-mail: seis@ht.rol.cn.net

邮编: 100081

传真: 88421706

传真: 68467991

传真: 68467972

经销: 全国各地新华书店

印刷: 北京地大彩印厂

版 (印) 次: 2007 年 6 月第 1 版 2007 年 6 月第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16

字数: 896 千字

印张: 35

印数: 001 ~ 300

书号: ISBN 978 - 7 - 5028 - 3078 - 6/P · 1319 (3741)

全套定价: 90.00 元

版权所有 翻印必究

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

编者说明

“十五”期间，地震科学基金结合国家基础研究的总体战略，紧紧围绕防震减灾工作的需求，大力支持和培植新的生长点，支持具有创新思想的自由探索研究，支持以解决防震减灾科学问题为目标的基础研究，支持三大工作体系中关键技术的技术研发，取得了大量的科研成果。与此同时，为了加速我局科技后备人才的培养，销减了重点基金课题数量，设立了青年基金课题，专门支持 35 岁以下的优秀青年人才。为将“十五”基金课题的科研成果充分应用于防震减灾工作中，地震科学基金会办公室将把“十五”基金最终成果进行梳理，收录了 2001~2004 年度立项、并按时结题的全部地震基金课题成果，编制出“地震科学基金会‘十五’资助课题成果汇编（上）”。

根据地震科学基金项目资助类型，汇编将资助成果分成重点基金课题、面上基金课题、青年基金课题 3 类。其中，重点基金课题 11 项，面上基金课题 102 项，青年基金课题 24 项。

收入本辑的基金成果，主要摘选了科研课题的主要科学思路和最终取得的核心成果，并附成果目录、文献发表索引和主要参考文献，便于读者全面了解课题的情况。

本专辑由地震科学基金会办公室李明、田柳、刘豫翔等负责组织编审。

由于编者水平与时间有限，难免出现错误与不当之处，敬请读者批评指正。

目 录

一、重点基金课题

断层震相与地壳盲断层的三维成像·····	(1)
有震变形与无震变形特征差异性的研究·····	(6)
晚第四纪沉积物时序已知系列样品的高精度测年与古地震年代学·····	(8)
中西部天山壳幔结构的宽频带地震研究·····	(12)
随机地震荷载下饱和砂土孔压增长模型研究·····	(14)
工程活动断裂地表断错变形的评价方法研究·····	(16)
小当量事件的小波包方法识别研究·····	(19)
活断层引起的基岩地表强烈地震动·····	(21)
应力遥感效应的实验研究·····	(26)
台湾“9.21”集集大地震物理过程研究·····	(30)
山西断陷带全新世古地震活动序列研究·····	(33)

二、面上基金课题

板内地壳形变-密度的耦合运动和强震孕育模式的研究·····	(37)
地磁谐波振幅比的地震异常特征研究及标志体系的建立·····	(39)
1879年武都南8级大震的发震构造及区域动力学环境研究·····	(41)
白龙江断裂带的全新世活动研究·····	(43)
桥梁抗震能力评价 Pushover 方法研究·····	(45)
阻尼耗能机理计算仿真分析·····	(47)
断层对地震动影响的定量研究·····	(49)
土-结构动力相互作用时域三维数值模拟技术研究·····	(51)
用不完备地震资料计算地壳形变新方法及应用研究·····	(53)
华北 GPS 成果的地震构造学研究和地壳形变参考基准问题·····	(55)
近源地震动对城市桥梁抗震性能影响·····	(57)
用短周期面波研究云南地区的地壳中上部三维细结构·····	(59)
五大连池火山群深部结构的接收函数反演研究·····	(61)
洪积扇上全新世古土壤发育与倾滑断裂活动时间的关系 ——以大青山山前断裂为例·····	(64)
临汾盆地横向断裂活动特点的地貌学定量研究·····	(67)
前兆的形态与突跳特征的理论研究·····	(69)
伽师地区现代应力场的三维数值模拟·····	(71)

右江断裂带定量研究及其动力学环境分析	(73)
我国西北干旱-半干旱区砾石钙膜发育特征及其时间信息	(75)
青藏块体北部断层形变趋势异常与地震活动关系研究	(77)
高温高压下水-岩反应对岩石物性影响的实验研究	(78)
同一构造单元内地震活动图像的共性特征和差异及其构造机理	(80)
中国大陆地震及前兆对全球强震的响应研究	(82)
活动断层的闭锁与预滑及地震预测研究	(84)
川西重点监视防御区康定-西昌段的断裂现今活动习性与强震危险背景研究	(86)
电瓷型高压电气设备减震分析	(88)
有限震源破裂过程成像方法与应用研究	(90)
利用重力资料反演孕震膨胀区的几何特征参数	(92)
活动断裂的人工源高分辨地震层析成像方法研究	(94)
时变参数的震级-时间可预测模型及其在中长期预报中的应用	(96)
壳幔过渡带的复杂性和非均匀尺度方法与应用研究	(97)
复杂地形和复杂地层中地震波传播规律及对地面运动影响	(99)
结构 Pushover 分析等效荷载分布和位移反应研究	(101)
非均等固结下土的动剪切模量和阻尼比及对地震动的影响	(103)
地震波分形特征及其在地震模式识别和地震预测中的应用研究	(105)
基于构造分类特征及岩石破裂实验结果的地震中短期前兆特征研究	(107)
中国东部地震韵律的研究方法初探	(110)
贺兰山西麓断裂第四纪活动精细研究	(113)
古浪活动断裂带古地震活动习性的精细研究	(115)
孕震晚期阶段近震中区电性变化的各向异性	(117)
青藏高原北部基于活动构造的地震中短期预测方法研究	(120)
应用星载雷达遥感技术探测阿拉善地块南缘隐伏断裂带	(122)
强震孕育中前兆动态变化场与构造应力场的关系研究	(124)
地下介质非均匀性问题与地电前兆物理机制的研究	(126)
城市不同功能区地震灾害脆弱性的比较研究	(128)
星载 D-INSAR 形变场测量技术与震源断层参数反演	(131)
图们江流域断裂构造及地震活动与延边经济发展关系	(133)
逆断裂地震地表变形与工程破坏作用评价	(135)
基于物理基础的统计地震学地震预测研究	(137)
井水位前驱波现象与震源成核过程关系的研究	(139)
华东地区地震活动及周边板块动力学环境的数值模拟研究	(141)
突加荷载作用下地壳的动力学效应研究	(143)
混合地震模型在地震区划中的应用研究	(145)
西秦岭北缘断裂带晚第四纪行为的精细研究	(147)
地震危险性分析中几个重要环节间的关联性	(149)
大地震空间分布机理的研究	(151)

部分熔融与青藏高原壳内低速层成因的实验研究·····	(153)
全新世火山喷发物风化特征在测年中的应用·····	(155)
标志地震的环境应力特征及应力场变化推演与强地震预测·····	(157)
直接根据远场体波地震图反演震源破裂过程的一种新方法研究·····	(159)
青藏高原地震应力触发研究·····	(162)
基于多值前兆的强震时-空概率增益模型的建立与研究·····	(164)
利用区域震和远震资料反演首都圈地壳上地幔速度细结构·····	(166)
数字化形变资料在地震短临预测中的应用研究·····	(168)
唐山地震砂土液化的地貌学研究·····	(170)
地震学前兆机理的有限元数值模拟研究·····	(172)
由多种控制因素研究华北地区构造应力场的动态演化·····	(174)
混凝土空心砌块结构性态抗震研究·····	(176)
基于 GIS 的地震经济损失评估研究·····	(177)
高层建筑钢-混凝土混合结构的抗震性能研究·····	(179)
地震诱发黄土滑坡的动力学机理及其评价方法研究·····	(181)
双重残差定位研究及其结果在地震活动图像分析中的应用·····	(183)
喀什河断裂晚第四纪活动特征研究·····	(185)
数字地磁资料在地震预测中应用及其机理研究·····	(187)
后续强震的预测及触发机理研究·····	(189)
地壳形变与地下水位短临异常特征及相互关系的研究·····	(191)
南北地震带三维地壳运动变形特征与强震预测研究·····	(193)
地球自转速率变化预测研究及其在中期地震预测中的应用·····	(196)
城市活断层反射地震勘探的层析静校正研究·····	(198)
Q 值成像与各向异性小波变换震源分布图像方法 and 应用·····	(200)
地震前兆仪器网络通讯技术研究·····	(202)
永久散射体干涉 SAR 监测地表形变的关键技术研究·····	(204)
观测同震应变阶研究·····	(206)
黄土坡体三维最危险滑裂面的搜索及其地震稳定性分析·····	(208)
高稳定转向差质子磁力仪分量线圈研制·····	(210)
化东地区地壳上地幔速度结构和大震深部环境研究·····	(212)
利用数字化波形资料计算地震视应力及视应变场与强震关系的研究·····	(214)
长白山天池火山区微震研究·····	(217)
用地震面波研究中国大陆及邻区上地壳速度结构·····	(219)
青藏高原东缘岩石圈密度的三维统计模拟成像·····	(223)
年度地震重点监视区地震保险逆选择问题研究·····	(225)
基于震级传播路径及场地条件的结构地震破坏估计新方法·····	(226)
潜在地震破裂面模型及其在地震危险性分析中的应用研究·····	(228)
新疆巴楚-伽师 6.8 级地震的震源过程研究·····	(230)
地震预报中数据挖掘方法的研究·····	(231)

震时形变波物理特征及与震源关系的研究·····	(235)
青藏高原东缘断裂带曲靖-弥勒段新活动的综合研究·····	(237)
海南琼山 7.5 级地震深部电性异常与未来地震活动性·····	(239)
基于应力空间分布的权重加卸载响应比研究·····	(240)
液化引起建筑物不均匀震陷机理及分析方法研究·····	(242)
基于土层结构的工程场地分类方法研究·····	(244)
基于强震台网的地震预警技术研究·····	(246)

三、青年基金课题

天津滨海地区晚第四纪地层测年方法研究·····	(248)
地震静态应力“触发”模型研究·····	(250)
动力基础设计的一般集中参数模型·····	(252)
地震波速比异常的前兆特征与识别研究·····	(254)
用单键群方法分析中国西部地区地震活动性·····	(256)
滇西重力变化小波分解与密度时变三维反演·····	(257)
地壳运动的非震负位错模型反演与强震地点预测研究·····	(259)
川滇地区活动地块运动变形时空特征与地震趋势研究·····	(261)
裂隙介质各向异性参数研究·····	(263)
壳幔岩石弹性纵波速度和衰减的高温高压实验研究·····	(265)
建筑物地震前后遥感图像变化检测技术研究·····	(267)
引起结构破坏的地震动脉冲特性研究·····	(269)
混合抗震控制及其智能控制技术研究·····	(271)
地磁场短周期变化的时空分布规律研究·····	(273)
新疆巴楚-伽师地区地震特有震相与地壳构造相关性研究·····	(275)
甘东南强震重点监视区流体前兆的形成机理和主要特征·····	(277)
动荷载下黄土弹塑性变形和孔压增长的预测模型研究·····	(279)
甘东南临潭-宕昌断裂的新活动性与历史地震考证·····	(281)
地形变台网观测资料小波分析及地震预测方法研究·····	(283)
北京及邻区中等地震的短临前兆异常与预测预报研究·····	(285)
强余震时空分布模型及其在地震危险性分析中的应用·····	(287)
房屋地震破坏特征演示软件研究·····	(288)
利用地脉动观测推断浅层 S 波速度结构的反演策略研究·····	(290)
挡土墙地震反应分析及工程应用·····	(292)

一、重点基金课题

断层震相与地壳盲断层的三维成像

课题批准号: 201001

执行年限: 2001 年 8 月至 2004 年 8 月

总经费: 40 万元

负责人: 李松林

工作单位: 中国地震局地球物理勘探中心

参加人员: 张先康 成双喜 樊计昌 刘明军 宋战隆 邓宏钊 何加勇 赖晓玲等

结题时间: 2004 年 12 月

成果简介

1. 重点解决了断层围陷波和断层面反射波的识别问题

这是精确确定断层位置和几何形态的关键。针对断层围陷波的传播机制和频率、频散效应等特点, 提出了一套完整的识别方法, 并编制了相应的计算程序。

2. 顺利地完成了野外观测工作, 取得了大量的地震记录资料

(1) 昆仑山 8.1 级强震区断层围陷波的野外观测。

2001 年 11 月 14 日在昆仑山地区发生的 8.1 级强震为我国开展断层围陷波的观测和研究提供了一次难得的机遇。这次地震造成的地震破裂达 300 余 km, 地表最大错距 5~6m, 实属世界罕见(图 1)。我们在地震区布设了一条横跨地表破裂带的地震测线。该测线由 16 台三分向数字地震仪组成。地震仪器之间的间距为 30~80m。地表破裂附近台站间距较小, 远离断裂的台站间距稍大些。野外观测工作自 2002 年 3 月下旬开始, 历时一个月。大家克服了海拔高、天气严寒等困难, 胜利地完成了野外观测任务。

这次观测除记录到了大量的余震外, 还记录到了中国地震局地球物理研究所实施的几次爆破。爆破的炸药量为 500 kg 左右。爆炸震源较浅, 所激发的断层围陷波可用来研究断层在数公里深度范围内的状况。相对而言, 余震震源较深, 所激发的断层围陷波可用来研究断层带在深部的状况。

(2) 海原 8.6 级强震区断层围陷波的野外观测。

该断裂规模大, 结构复杂, 是青藏高原块体的东北边界断裂。宽角地震反射/折射资料表明, 海原断裂错断了莫氏面。1920 年海原 8.6 级地震就发生在该断裂带上。

野外观测工作自 2001 年 10 月下旬开始, 历时半个月。横跨 1920 年 8.6 级地震的地表破裂带布置了两条测线(测线 1 和测线 2), 接收由爆破产生的断层围陷波(图 2)。每条测线

布设了 14 台 DAS-2 数字地震仪，台站间距 40~250 m。地表破裂附近台站间距较小，远离断裂的台站间距稍大些。图中灰色直线为 973 项目地震深反射测线。

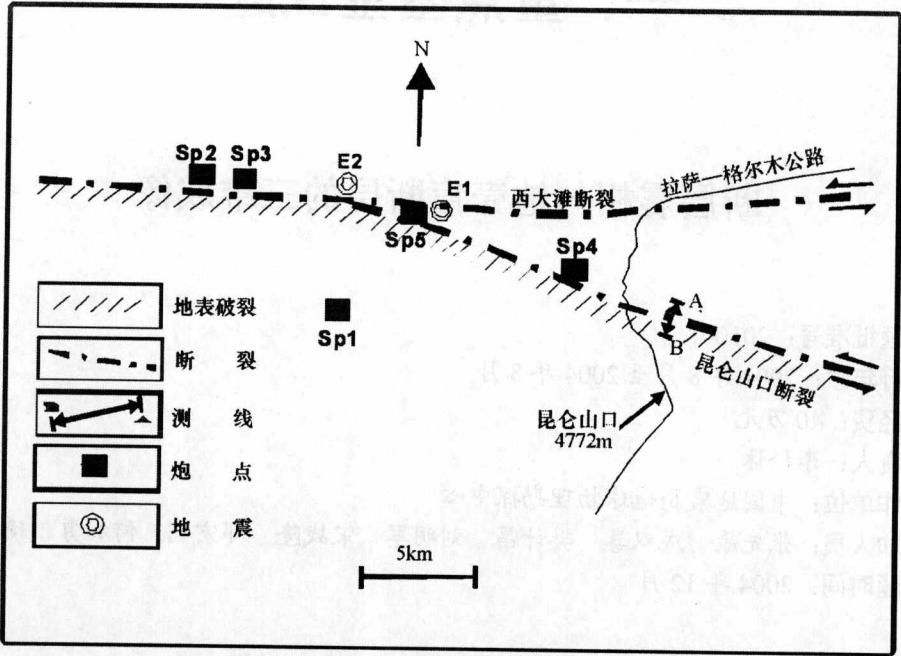


图 1 昆仑山断裂带及断层围陷波观测系统图

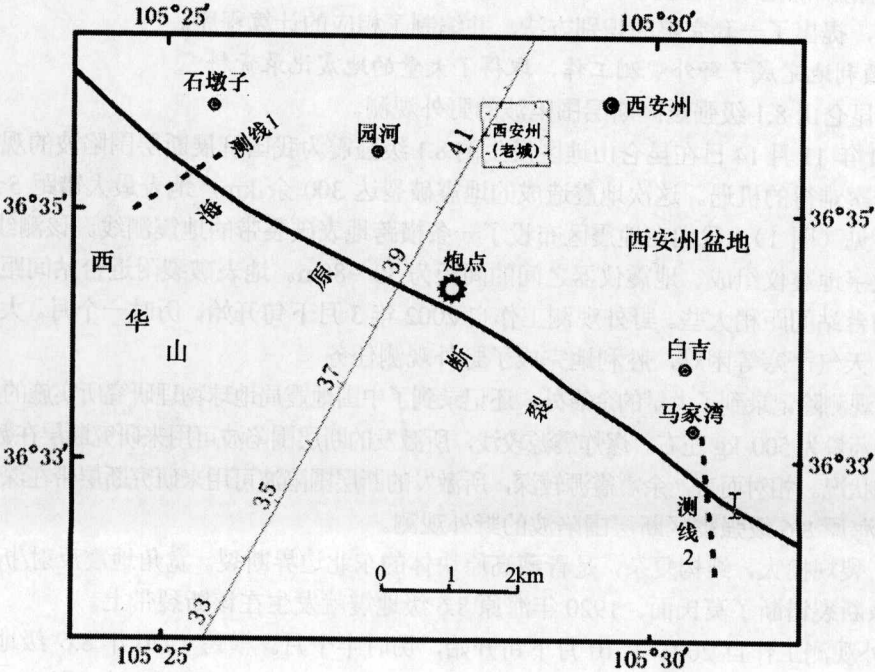


图 2 海原断裂带断层围陷波观测测线和炮点位置分布图

两测线的台站同时接收了位于测线之间的多次爆破。爆破深度 25 m，最大一次爆破的炸药量为 50 kg。这条断裂处在山地与盆地的交界部位，由于钻井施工的困难，实际炮点并未在地表破裂带正中而是稍偏西安州盆地一侧（图 2）。

3. 运用编制的程序对上述观测资料进行了处理，确定了研究区发震断层的位置、几何形态和物理性质

(1) 昆仑山 8.1 级强震区断层围陷波震相的识别和利用。

断层围陷波是地震波在低速断层破碎带与高速围岩间的边界多重反射相干叠加形成的。其振幅随接收点与断层距离的增加而急剧衰减，因而可用来精确地确定断层的位置。同时，其波形和频率强烈依赖于断层的几何形态和物理性质，故还能用来推断断裂带的内部结构。

为了正确识别断层围陷波震相，首先对地震记录进行了多种数学方法的预处理，如数字滤波、S 波和尾波频谱校正、频散效应分析等技术，以突出该震相。尔后，通过正反演计算精确确定断层的位置和几何形态。图 3 为 SP4 炮点地震记录截面和相应的频谱曲线，图 4 为断层围陷波最大振幅沿测线的变化曲线。

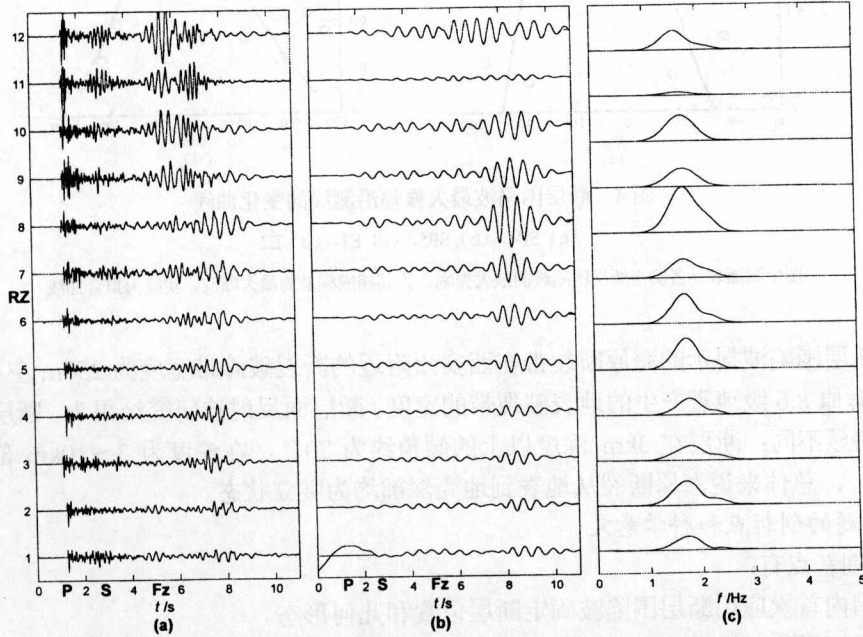


图 3 SP4 炮点地震记录截面和相应的频谱曲线

(a) 原始地震记录，(b) 经过 0.1~2Hz 波段滤波后的地震记录，(c) 经过 S 波频谱归一化后的频谱曲线

根据昆仑山口地震测线断层围陷波的观测结果及分析计算，确定深部破裂带位于第 4 号观测点与第 8 号观测点之间，宽 300m 左右。地震破裂带在深部的宽度远远大于其在地表的值。

(2) 海原 8.6 级强震区断层围陷波和断层面反射波震相的识别和利用。

为了研究海原 8.6 级地震的破裂面，同时利用了断层围陷波和断层面反射波两种震相。断层围陷波资料来自图 2 所示的两条测线（测线 1 和测线 2），断层面反射波资料来自于 973 项目中该地区的地震反射剖面（图 2 中灰色直线）。

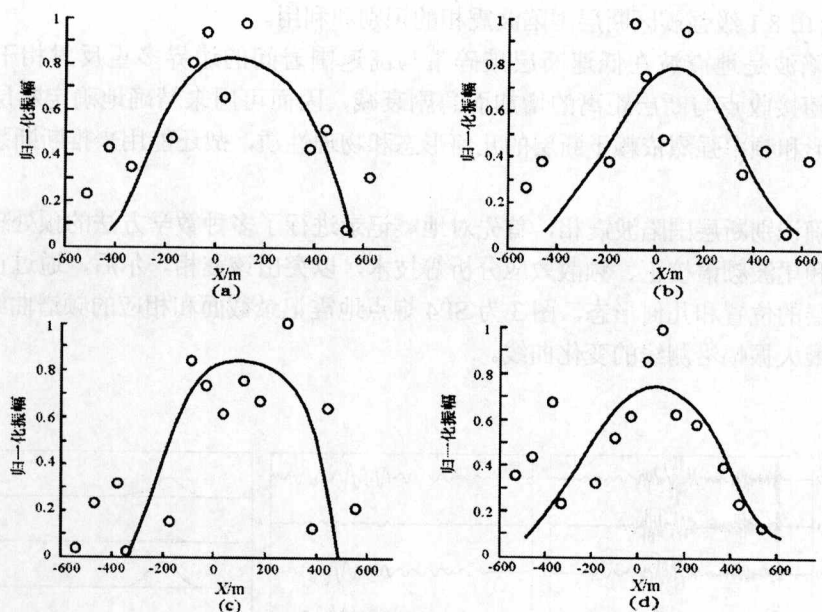


图 4 断层围陷波最大振幅沿测线的变化曲线

(a) SP4, (b) SP5, (c) E1, (d) E2

图中圆圈表示各测点断层围陷波的最大振幅，为其相应频谱的最大峰值。实线为拟合曲线

由断层围陷波揭示的海原断裂带在西安州附近的断裂破碎带宽度为 250m 左右，远大于 1920 年海原 8.6 级地震产生的地表破裂带的宽度。断层面反射波研究结果为，断层面两边速度结构明显不同；断层在 3km 深度以上的倾角约为 70° ，在深度为 3~10km 范围的倾角约为 60° ，总体来说海原断裂从地表到地壳深部均为陡立状态。

4. 课题的创新点和科学意义

主要创新点有：

- (1) 国内首次应用断层围陷波确定断层位置和几何形态。
- (2) 从地震震源来看，人工震源与天然地震震源的联合应用。
- (3) 从地震资料解释来看，地震波的走时资料与波形资料的联合应用。

科学意义：

(1) 确定了昆仑山口断裂带的宽度。 所得结果对于认识昆仑山 8.1 级强震的成因及动力学过程具有特别重要的意义。

(2) 发现了一些识别盲断层的标志，如断层围陷波的存在、断层面反射波、断层面绕射波等。这些标志对其他地区断层的研究具有重要的参考价值，已得到了实际应用。

本课题已发表论文 9 篇，论著 1 部（见发表论文及论著目录）。

发表论文及论著目录*

1. 李松林、樊计昌、吴宁远, 地震测深资料解释的新方法, 北京: 地震出版社, 2006。
2. 李松林、张先康、樊计昌等, 利用断层围陷波研究昆仑山 8.1 级地震的破裂面, 地震学报, 27 卷, 1 期, 42~50, 2005。
3. 樊计昌、李松林、张先康等, 海原断裂在地壳深处的几何形态及其动力学意义, 地震学报, 26 卷, 增刊, 42~49, 2004。
4. 李松林、张先康、张成科等, 海原 8.5 级大震区地壳结构探测研究, 中国地震, 17 卷, 1 期, 16~23, 2001。
5. 刘明军、李松林、张先康等, 海原断裂带断层围陷波观测与破裂带宽度, 物探与化探, 28 卷, 6 期, 549~552, 2004。
6. 宋战隆、李松林、张先康等, 昆仑山口断裂的围陷波观测, 华北地震科学, 22 卷, 2 期, 14~17, 2004。
7. 樊计昌、李松林, 小波包变换在折射和宽角反射地震资料中的应用, 见张中杰、高瑞等主编: 中国大陆地球深部结构与动力学研究, 北京: 科学出版社, 366~374, 2004。
8. 李松林、刘明军, 青藏高原东北缘似三联点构造区地壳结构特征, 见陈运泰、滕吉文等主编: 中国大陆地震学与地球内部物理学研究进展, 北京: 地震出版社, 168~179, 2004。
9. 樊计昌、李松林, 利用围陷波研究断层的几何形态和物性参数及其人机交互系统的实现, 见陈运泰、滕吉文等主编: 中国大陆地震学与地球内部物理学研究进展, 北京: 地震出版社, 270~276, 2004。
10. 李松林、赖晓玲, 青藏高原东北缘似三联点构造的初步研究, 大地测量与地球动力学, 26 卷, 2 期, 10~14, 2006。

* 上述作者的单位除吴宁远一人为中国地震局外, 其余均为中国地震局地球物理勘探中心。

有震变形与无震变形特征差异性的研究

课题批准号: 102069

执行年限: 2002 年 7 月至 2004 年 7 月

总经费: 5 万元

负责人: 牛安福

工作单位: 中国地震局地震预测研究所

参加人员: 张 晶 延旭东 吉 平

结题时间: 2004 年 10 月

成果简介

本基金提出了地震短期前兆的识别方法。一般情况下,在非稳定背景上出现的突发性变形其前兆意义往往不显著,而在平稳背景上观测到的变形单调加速变化过程则有可能成为地震短期前兆。

探讨了观测到突发性变形后有可能发生地震的条件。对于短期形变异常而言,异常结束后的 4 个月内在一定空间范围内发生相当震级地震的变形,即可作为有震变形。在异常结束后是否发生地震很大程度上还依赖于变形的速度是否平稳或减缓。进一步地讲,显著的变形过程结束后,若变形的速度减小,则可能属于有震变形。反之,若转折后变形速度在未来的 3~4 个月内未降低到较低水平,则不具备发生地震的条件,从而成为无震异常。在第一阶段异常结束,而变形速度未降低的情况下,该阶段可作为第二异常阶段,尽管在该阶段发生地震的可能性较小,但第二阶段异常结束后仍可能发生相应震级的地震。因此,有震变形与无震变形都是相对于一定的变形状态而言的。

研究了有震变形前兆的识别方法。依赖于台网监测能力,对云南地区倾斜和应变资料进行了分析,给出了前兆异常识别的阈值。如持续时间在半个月至半年范围内的持续单调变形在其倾斜速率大于 4.5 毫秒/d 或应变速率大于 50×10^{-8} 毫秒/d 时,具有最好的预报效能。

最后本基金研究了有震变形与慢地震之间的关系。一些专家认为慢地震是具有重要意义的、极为有益的发现,它表明地壳中某个地方的滑动可以是慢速的,慢地震通过释放巨大的构造板块相互摩擦,或一个板块向另一板块下俯冲时积累起来的大量能量可能会抑制大地震的发生。而另一些专家则认为,慢地震是地震引起的应力调整过程,地震期间得到缓解的应力并不是简单地消失,而是沿断层发生位移并聚集到附近地区,对未来相邻区域地震则可能产生触发作用。本基金提及到的有震变形与无震变形实际上与一些慢地震过程有相似之处,只是在有的条件下,一些显著的变形异常是与地震相关的过程,而有一些可能则不与地震孕育过程相关。

发表论文及论著目录

1. 牛安福,地壳倾斜的加速变化与地震关系的研究,地震学报, No.4, 441~445, 2003。

2. 牛安福、张晶、张晓青、高原、延旭东, 昆仑山地震前祁连山地震带巨幅形变异常特征的研究, 地震, 23 (4), 21~26, 2003。
3. 牛安福、张晶、江在森, Study on the sudden changes in ground tilt and earthquakes, Acta Seismologica Sinica, 16 (4), 468~472, 2003。

晚第四纪沉积物时序已知系列样品的高精度测年与 古地震年代学

课题批准号: 201018

执行年限: 2001 年 8 月至 2006 年 3 月

总经费: 40 万元

负责人: 陈 杰 尹金辉

工作单位: 中国地震局地质研究所

参加人员: 张克旗 卢演倬 王昌盛 王同利 杨传成 郑勇刚 王旭龙 王 萍

结题日期: 2006 年 3 月 28 日

成果简介

本课题在古地震与活动构造年代学研究中率先引进了系列样品的 ^{14}C 年龄贝叶斯分析法, 提出了沉积物细颗粒简单多片再生法及沉积物光晒退程度的检验方法, 取得了以下成果:

(1) 参照国际标准, 对释光 (OSL/TL) 年代学实验室现有主要测量系统及实验条件进行了初步校核、标定与改造。

(2) 使用中国糖碳、合成本底、已知年龄树轮样品对 ^{14}C 实验室现有主要测量系统及实验技术进行了重新校核与标定, 保证了实验测定年龄数据的精度和可靠性。

(3) 通过对内蒙古自治区上达赖村附近大青山南麓山前断裂带上的古土壤中不同有机组分的 ^{14}C 年代的对比研究, 认为: ①虽在我国干旱一半干旱地区的钙质古土壤中发育有丰富的碳酸盐类沉淀物, 但其成因复杂, 在今后的 ^{14}C 年代测定中应慎重使用古土壤中的碳酸盐测定的 ^{14}C 结果; ②胡敏素组分为古土壤中最为稳定和最古老惰性组分, 代表古土壤形成时代, 因此用古土壤样品中的胡敏素组分测定的 ^{14}C 年龄比较可靠, 上述结果对今后我国干旱一半干旱地区的古土壤的 ^{14}C 年龄测定提供了有益的样品前处理经验; ③全碳的 ^{14}C 年龄是古土壤的“平均年龄”, 在实际使用中仅具有参考价值。

(4) 通过对火山喷发产物—碳化木间隔固定已知 16 个系列树轮样品的 ^{14}C 测年及其贝叶斯日历年龄的校正分析, 高分辨率地确定了鸭绿江火山碎屑喷发的年龄为公元 $1085 \pm 15 \text{ a}$ 。这一工作为开展已知系列沉积物样品的贝叶斯校正积累了经验, 为进一步应用在古地震事件的年代确定打下基础。

(5) 开展了单个样品和序列样品的贝叶斯分析以及沉积速率摇摆匹配法在限定单个地震事件日历年龄区间结果上对比研究: ①依据样品在地层中的位置构建的贝叶斯分析模型, 经蒙特卡罗贝叶斯限定的古地震事件年龄区间与一般方法分析结果对比表明, 采自测年数据比较少地层中单个样品与贝叶斯分析的日历年龄区间相差不大, 如石卡关沟东探槽中古地震事件 4 的年龄确定。但对于采集数量较多样品的地层, 经贝叶斯法分析获得的日历年龄区间

有所缩小,由此确定的单个事件的日历年龄就明显地变小,说明贝叶斯分析在减小古地震事件日历年龄误差上可以发挥重要作用。②尝试了取样厚度、采样数量等先验条件对样品日历年龄区间的影响。对测定 ^{14}C 年龄误差为 50a (σ),对比结果表明,单个样品校正后的日历年龄区间为 $220\sim 280\text{a}$ (2σ),比 ^{14}C 年龄误差要大 2 倍多;序列样品校正后的样品日历年龄区间为 $210\sim 380\text{a}$ (2σ),也比 ^{14}C 年龄的误差要大 2~4 倍;但沉积速率摇摆匹配获得的样品日历年龄区间为 140a (2σ),因此,沉积速率摇摆匹配在确定单个样品以及事件的日历年龄区间上具有一定的优越性,并且还可以模拟出该沉积层的最佳沉积速率参数,为检验测定结果提供了有益的参考。同样地,同一剖面上,但取样数量较多的情况下,测定的 ^{14}C 年龄误差仍为 50a (σ),单个样品和序列样品校正获得的日历年龄区间大小与上述获得的结论基本相同,但由序列样品贝叶斯校正方法所获得结果为最佳。③分别使用序列样品和沉积速率摇摆匹配方法对采集同一泥炭层但取样厚度不同、样品间距相同的多个样品,获得的样品日历年龄区间对比结果表明,采样厚度小如 2cm 的情况下,沉积速率摇摆匹配法可以获得较小日历年龄区间,如果一个剖面上取样数量足够多的情况下如石卡关沟中探槽剖面 b 上,序列样品的贝叶斯校正也可以获得理想的日历年龄区间,因此,获得一个地质事件高精度日历年龄的理想条件是能够采集 5~6 个 ^{14}C 样品,每个取样厚度为 $1\sim 2\text{cm}$,采样间隔为 $2\sim 3\text{cm}$,达到上述条件的泥炭层厚度至少为 15cm ,如果泥炭沉积速率以每 $\text{cm}10\sim 50\text{a}$ 计算,整个泥炭层代表的时间间隔约为 $150\sim 750\text{a}$,上述条件为今后进一步开展泥炭样品的高精度日历年龄研究提供一定的经验。

(6) 提出了细颗粒石英光释光测年的简单多片再生法。

为了克服或减轻再生法可能产生的感量变化对等效剂量测定值的影响,减少测片数量和提高工作量,经过探索 and 实验,提出了既相对简易又能对测量过程中感量变化校正的多测片技术和程序—简单多片再生法。简单多片再生法的核心思想是引入试验剂量校正感量变化。试验剂量不但可以校正多测片之间的感量变化,而且也可以克服实验数据分散度,因此简单多片法可以准确和高精度地恢复等效剂量;通过对比简单多片再生法与 SAR 法在测年中的表现,发现 SAR 法在测定等效剂量大于 120Gy 的样品时,可能得出系统性偏年轻的表观年龄值,这可能是由于 SAR 法测量过程中产生的 OSL 信号积累所致。另外,通过测定有参考年龄的样品也证实了简单多片法的可靠性。

(7) 开展了时序已知系列沉积物样品的释光测年与 ^{14}C 测年的对比研究。

① 通过对海原活动断裂带刺儿沟古地震剖面的野外详查,揭露出 3 次古地震崩积楔,及 12 个文化点。经 ^{14}C 、光释光测年方法获得海原刺儿沟出露的多层炭屑层及烘烤层的年龄集中在 $1000\sim 2400\text{a BP}$ 之间,这些炭屑层时序与地层层序不符,炭屑层形成的时代远小于沉积地层和三次古地震事件的年代。剖面上出现的含陶片炭屑层,推测为人类居住的古窑遗址,历史记载的强震不是造成其破坏的原因,可能是由其它因素造成其坍塌,保留在地层中。剖面上部次生黄土和坡积物等沉积地层的细颗粒石英释光年龄约为 $15\sim 53\text{ka}$,最年轻崩积楔发生在 $23\sim 53\text{ka}$ 之间。因此需要重新评估前人建立的古地震事件时序,这一认识为进一步研究海原断裂带的强震复发规律提供了重要的基础资料。

② 通过对海原断裂带刺儿沟剖面上两个烘烤样品 LEDL05-175 和 05-88 的一系列光释光测年试验,对我们所采用的简单多片再生法和单片再生法的流程进行了检验。

③ 对采自海原刺儿沟剖面上部次生黄土和坡积物等沉积地层部分样品的细颗粒混合