

史前地震與第四紀地質文集

PAPERS OF PREHISTORIC EARTHQUAKES
AND QUATERNARY GEOLOGY

中国第四纪研究委员会全新世分会 编
陕 西 省 地 震 局

陕西科学技术出版社

史前地震与第四纪地质文集

中国第四纪研究委员会全新世分会
陕 西 省 地 震 局 编

陕西科学技术出版社

1 9 8 2

内 容 简 介

本文集汇编了中国第四纪研究委员会全新世分会与陕西省地震局一九八一年十一月在西安联合举办的“中国史前地震学术讨论会”上的部分论文、讲话及其他有关文章等共二十三篇，反映了我国近几年开展起来的史前地震研究的新成果。这些文章比较系统地论述和介绍了史前地震研究工作的重要性、发展方向和国内外动态，史前地震的特点、鉴别标志、研究方法和工作任务；报道了我国新疆、陕西、山西、北京、江苏、云南、四川等省、市、自治区发现的古地震遗迹及其研究成果。这些都与科学研究、生产实践和减轻地震灾害有关。此外，还汇集了与史前地震研究工作关系密切的第四纪地层年代、地裂缝、冻融变形、最新构造运动、热释光、树木年轮等方面的学术论文。可供地震学、地震工程、地质普查、第四纪地质、水文与工程地质、考古等方面的科研工作者、工程技术人员、大专院校师生阅读和参考。

史前地震与第四纪地质文集

中国第四纪研究委员会全新世分会
陕 西 省 地 震 局 编
陕西科学技术出版社出版发行
(西安北大街131号)

地方国营凤翔县印刷厂印刷

开本787×1092 1/16 印张12 插页4 字数270,000

1982年6月第1版 1982年6月第1次印刷

印数 (精) 1—300

印数 (平) 1—5700

统一书号: 13202·44

定价: (精) 3.85元
(平) 2.50元

目 录

(一)

中国史前地震学术讨论会开幕词.....	刘东生 (1)
古地震研究近况.....	丁国瑜 (3)
史前地震及其鉴别标志的几个问题.....	杨景春、闻学泽 (8)
古地震活动若干标志的研究.....	朱海之 (17)
华县大地震震害与古地震遗迹探讨.....	李永善、韩恒悦
.....	张名哲、李金正、周朝阳、吕 莲 (30)
新疆古地震遗迹鉴别标志.....	冯先岳、宋和平 (43)
北京的古地震研究.....	王挺梅、李建平 (51)
北京宣武门及复兴门外三里河古地震烈度的探讨.....	
.....	黄兴根、张英礼、焦振兴 (59)
江苏溧阳地区全新世晚期麓崩堆积物的初步观察.....	
.....	丁 灏、李幼庭、汪青青 (72)
临汾中、晚更新世古地震与新构造运动.....	
.....	陈国顺、王汝雕、杨天家、王国强 (82)
对黄土地区地震标志的观察与分析.....	白铭学 (92)
鲜水河断裂带的古地震活动	
.....	杜平山、邓天岗、冯元保 (98)
小江断裂全新世运动速度测定与地震危险性评价	
.....	朱成男 (107)
关于1515年永胜地震的初步研究.....	张受生、王晋南 (117)

I

在史前地震学术讨论会上的发言.....	张日东 (124)
中国史前地震学术讨论会闭幕词.....	朱海之 (125)

(二)

划分第四系的标志.....	贾兰坡 (130)
试论西安地裂缝与地震.....	刘景文、张家明 (134)
泥河湾层顶部冻融变形的机制分析和时代探讨	吴子荣、高福清 (143)
内蒙古萨拉乌苏河流域冰缘期的划分及其意义	周昆叔、黎兴国、邵亚军 (149)
邯郸古城历史变迁中的新构造运动.....	张尔匡 (155)
泥河湾组沉积物天然热释光研究.....	孙建中、裴静娴 (171)
树木年轮法及其在第四纪研究中的应用.....	何娟华 (178)

CONTENT

(I)

OPENING SPEECH AT THE CONFERENCE OF PREHISTORIC SEISMOLOGY	Liu Dongsheng (2)
A BRIEF ACCOUNT OF RECENT STUDIES ON PALEOEARTHQUAKE	Ding Guoyu (7)
PREHISTORIC EARTHQUAKES AND SOME PROBLEMS CONCERNING CRITERIONS OF THEIR RECOGNITION	Yang Jingchun and Wen Xueze (16)
RESEARCH ON SOME SIGNS OF PREHISTORIC SEISMIC ACTIVITIES	Zhu Haizhe (29)

INVESTIGATION OF THE HUAXIAN GREAT EARTHQUAKE DAMAGE AND OF THE PALEOEARTHQUAKE TRACES.....	
..... Li Yongshan, Han Hengyue, Chang Mingzhe (42)	
Li Jinzheng, Zhou Chaoyang and Lu Lian	
IDENTIFICATION MARKS OF PALEOSEISMIC TRACES IN XINJIANG.....	Feng Xianyue and Song Heping (50)
PALEOSEISMOLOGICAL STUDY IN BEIJING REGION	
..... Wang Tingmei and Li Jianping (57)	
A STUDY ON THE INTENSITIES OF ANCIENT EARTHQUAKES IN THE XUANWUMEN AND SANLIHE DISTRICTS, BEIJING.....	
..... Huang Xinggen, Zhang Yingli and Jiao Zhenxing (70)	
INITIAL SURVEY OF THE LATE HOLOCENE "LU BENG" SEDIMENTS IN LIYANG COUNTY OF JIANGSU PROVINCE	
..... Ding Hao, Ji Youling and Wang Qingqing (81)	
PREHISTORIC EARTHQUAKES DURING THE MIDDLE AND LATE PLEISTOCENE AND THE NEOTECTONIC ACTIVITY IN LINFE BASIN	
Chen Guoshun, Wang Rudiao, Yang Tianjia and Wang Guoqiang (91)	
INVESTIGATION AND ANALYSIS OF SEISMIC INDICATION IN THE LOESS REGION.....	Bai Mingxue (97)
PALEOSEISMIC ACTIVITIES ALONG THE XIANSUIHE FAULT ZONE, NORTHWEST SICHUAN	
..... Du Pingshan, Deng Tiangang and Feng Yuanbao (106)	
DETERMINING THE VELOCITY OF THE HOLOCENE MOVEMENT AND THE SEISMIC HAZARD EVALUATION OF THE XIAOJIANG FAULT.....	Zhu Chengnan (116)

IV

A PRELIMINARY STUDY ON THE 1515 YONGSHENG EARTH- QUAKE.....	Zhang Shousheng and Wang Jinan (123)
ASPEECH ON CONFERENCE OF PREHISTORIC SEISMOLOGY	Zhang Ridong (125)
CLOSING SPEECH AT THE CONFERENCE ON PREHISTORIC SEISMOLCGY	Zhi Haizhi (129)

(I)

SIGNS DIVIDING THE QUATERNARY.....	Jia Lanpo (133)
A PRELIMINARY DISCUSSION ON THE GROUND-FISSURES AND EARTHQUAKES IN XIAN AREA	Liu Jingwen and Zhang Jiaming (142)
ANALYSIS OF MECHANISM OF THAWING-FREEZING DEFOR- MATION OF THE UPPER NIHEWAN GROUP AND DISCUSSION ON THE TIME OF ITS OCCURENCE	Wu Zirong and Gao Fuging (148)
THE DIVISION OF THE PERIGLACIAL PERIOD OF THE VALLEY OF THE SALAWUSU RIVER IN ENI MANGGOL AND IT'S SIG- NIFICANCE.....	Zhou Kunshu, Li Xingguo and Shao Yajun (154)
NEOTECTONIC MOVEMENT DURING THE HISTORICAL CHAN- GES OF THE ANCIENT CITY OF HANDAN	Zhang Erkuang (170)
STUDY ON NATURAL THERMOLUMINESCENCE OF DEPOSITS IN NIHEWAN FORMATION.....	Sun Jianzhong and Pei Jingxian (177)
TREE-RING METHOD AND ITS APPLICATION IN QUATERNARY RESEARCH.....	He Juanhua (187)

中国史前地震学术讨论会开幕词

刘 东 生

(中国科学院地质研究所)

1981年3月在中国第四纪研究委员会全新世分会工作会议上,提出召开一次古地震会议,作为分会的学术活动之一。这对促进第四纪研究和现代地震预报相结合有好处,对国家的四化建设有实际意义。这一想法得到陕西省地震工作同行们的大力支持,经过共同积极筹备,今天与陕西省地震局联合召开这次会议。

近年来我国在研究灾难性地震工作中积累了大量资料。通过对现代地震地质现象的研究,认识到过去地质时期内也有着大地震的遗迹被保存下来,称为古地震现象。认识古地震遗迹对于探讨一个地区地震的周期性、灾害特点、破坏规律、地震发生地点的标志等都很有价值。我国历史悠久,文字记载资料多,如果能把文字记载的记录再往前推,把史前部分的地震破坏现象与之结合起来,对研究一个地区的地震历史则依据更为充分。

近年来国际上对古地震的研究,已有一些成绩。如1975年美国地震代表团来我国时,曾介绍在圣安德列斯断层上挖槽,观察地层位错情况,研究古地震。在第26届国际地质大会上,美国人报告了加利福尼亚州某发电厂在建厂过程中,要求了解该区的地震周期性,他们从该地地震引起的错断地层中古土壤的 C^{14} 年龄,分析出了大致的古地震周期的年代。日本把古地震的研究,作为超长期地震预报工作来做。苏联在大高加索、中亚等地区作了不少工作,1979年专门出版了《大高加索古地震》一书。新西兰国内河谷地貌发育,地形差异显著,他们利用不同高度阶地上受地震的影响,树木年轮的变异推断古地震活动的时间,定期测量观测铁路路基的震后变形,将现代地震与古地震现象结合起来研究。

建国以来在普查、找矿、水文地质、工程地质和烈度鉴定工作中积累了丰富的有关史前地震的资料,去年召开了第一次古地震与活动断层学术讨论会,近一年来,在江苏、山西临汾、四川道孚和炉霍等地相继发现了一些古地震遗迹。我们在西安召开会议,并安排去现场观察,这对黄土地区的第四纪研究和地震工作是十分有意义的。黄土区一些大的河谷和冲沟的两侧,往往能见到许多古滑坡体,有的很有规律。这些滑坡除了部分是由地下水和重力作用造成外,是否还有地震形成的呢?这是值得注意的。从美国人造卫星所摄制的火星照片上,看出火星表面有很多象黄土区地貌形态,类似古滑坡与冲沟的地形,这些现象是否为伴随着许多类似地震活动的迹象呢?如何认识古地震遗迹是一个新的问题。地质学的发展是随着人们对地球的认识的深入而不断有新的发现,有许多地质、地貌现象都还需要我们重新再认识。有许多地质现象,尽管我们过去看

过,有了新的认识再看可能还有新的发现。

陕西华县大地震的现场一直吸引着许多地震、地质工作者的注意,现在正在开挖,同志们可以看看这些现象,这对于进一步认识古地震遗迹的标志可能有所启发。看来古地震的研究不仅对地震学本身,而且在很大程度上可以丰富地质学的研究领域。

对新问题的认识往往是从不成熟到成熟。鉴别古地震的标志、时代、强度等都有许多新问题有待探索,由于这次会议时间有限,不可能集中讨论认识古地震的标志问题。

这次会议称为“史前地震学术讨论会”,用“史前”一词是否合适可以讨论。“史前”应指有文字记载以前到有人类活动、与人类关系比较密切的这一时间间隔。

这次会议上有的认识会一致,有的将不一致,不一致也好,以后再做工作取得一致的认识。我们希望通过到会的不同学科、不同地区的同志来共同探讨史前地震问题,会对进一步认识这些问题有很大好处,并为我国古地震的研究做出贡献!

OPENING SPEECH AT THE CONFERENCE OF PREHISTORIC SEISMOLOGY

Liu Dongsheng

(Institute of Geology, Academia Sinica, Beijing)

Abstract

Recognition of the traces left over by prehistoric earthquakes in a region is of much value to the investigation of the seismic cycle, characteristics of the disaster, rule of destruction, signs of coming earthquakes, etc. of that region.

But how to recognize these traces of prehistoric earthquakes is a new problem. But as man's knowledge of the earth deepens, many new discoveries are also made continually by the development of geology.

To identify the signs, ages, and intensities of prehistoric earthquakes, there are still many problems that have to be studied and solved.

The present conference will surely contribute to our further understanding of these problems.

古地震研究情况

丁国瑜

(国家地震局)

为了追溯更长时期内地震活动的状况,古地震的研究近年来已引起了更多人的注意,不少地区都在开展这方面的工作并取得了一些有意义的结果。

在苏联,弗罗林索夫、索洛年科等较早地开展了古地震的研究,他们在六十年代已较系统地一些地区进行了调查工作。索洛年科领导下的古地震地质研究室,从事与古地震有关的各类地质现象(特别是断裂现象)及古地震事件年代的测定方法等方面的研究。他们在研究高加索、贝加尔、吉尔吉斯、塔吉克斯坦、阿尔泰等地古地震的基础上,对高加索、中亚一些地区地震危险性的评价提出了新的意见。如在高加索,根据古地震错动等提出了有关这里强震周期及区域地震活动最大震级的看法。沿塔拉斯费尔干断裂大量古地震遗迹的研究表明,沿这一断裂带地震活动近几万年来是逐渐减弱的。索洛年科认为,这种直接与现实的古地震现象相联系的古地震地质学的研究,将彼特鲁舍夫斯基、格佐夫斯基等与一般地质构造相联系的地震地质研究向前推进了一步。

在日本,1923年今村明恒曾利用海岸带反映海面变化的多层穿孔贝穴的分布,研究古地震问题,提出了东京一带,有过四次类似1923年那样巨大的地震。近年来松田时彦等对此进一步开展了深入工作,提出了一些不同看法。在日本还利用东京箱根山附近湖中的沉没林木、海蚀穴中的古崩坍、丹泽山的古地滑等现象,确认1600年前这里曾有过大地震发生。近些年,通过对迹津川、阿寺、中央构造线等活断层带上各类断层错动遗迹的研究,探讨了沿这些带的古地震问题。对中央构造线的研究结果表明,这条1000多年以来在中间一段没有强震记录的巨大活动断层的强震活动周期约为600—1300年。

沿山崎活断层的探槽剖面,揭露出约在公元80年,有过一次古地震断层活动(Okada等1979)。对东京附近立川断层切过多摩川的错动状况的研究,认为这里至少发生过三次7级地震。这些工作都为判定日本内陆一些活断层带的强震危险性提供了有意义的依据。

在美国,华莱士首先强调了地震破裂带多是沿同一段落重复发生。他通过对圣安德列斯断层上130余条断错河谷错动距离与河流长度关系的详细研究,提出了沿断层带长期以来强震活动重复率的推算方法。

西姆斯在1971年圣费尔南多地震后,根据附近水库淤泥层中保留的多层扰动现象,确定曾发生过多地地震。1968年南加州Borrego山6.4级地震后,克拉克等人分析了横跨断层破碎带上一个探槽全新世地层的变动情况,用C¹⁴同位素测定发现,在水平错动和地层的年龄之间,有很好的线性关系,表现出在过去3000年中,断层运动是以每200年左右发生一次较强地震的重复率均匀进行,从而在南加州第一次这样好地发现地震重复

现象的存在。因之, C·艾伦对用此法研究活断层带上强震危险性方面给予了很高评价。1978—1980年, K·谢赫通过多个探槽结合C¹⁴等方法, 系统研究了加州圣安德列斯断层的史前地震, 分析了洛杉矶东北帕列特溪一带, 晚全新世沼泽堆积中多次地震遗留的各种地质遗迹, 确定了该地区在公元六世纪以来曾有过8次重大的地震事件。其中6次强度可能与1857年南加州的8 $\frac{1}{4}$ 级地震相当, 根据C¹⁴同位素的测定, 确定了这些事件的大致年代。1979年已开挖至相当2000年前沉积的层位, 大大地弥补了这一地区地震历史记录很短的缺陷, 对这一带的地震活动性提出了新的认识。K·谢赫还与K·E·米斯林通过对加州古老树木年轮和生态变异的研究, 得出了有过古地震事件的结论。

R·E·华莱士等对内华达州约2500平方公里内古地震造成的断层崖进行了研究。根据崖面的新鲜程度、崖面的坡度与地震年代的关系、断层崖所表现的断距、面积与震级的关系, 确定出这一带存在的22次地震事件, 时间可追溯至12000年前。其中有7次大于7级的地震, 证明了这里是一个有较长周期的正断层型的地震活动区。

安得森等对犹他州山间地震带, 亚利桑那州西部大峡谷区的地震断层陡坎与最大坡度角及陡坎的年代进行了统计, 得出了它们之间的关系式。

布克纳姆统计了断层陡坎高度、最大坡度角、震级与年代的关系, 并研究考虑了干旱区气候、岩性等因素的影响, 辅以C¹⁴定年资料, 得出犹他州每2000—4000年有一次强地震活动, 活动区域也有改变。而6—7级地震每25年即有一次, 一个地区有活跃期与平静期的交替。

D·P·汝斯研究了田纳西州西北部的Reelfoot湖区全新世断层和地震重复率问题, 这里三次造成砂层液化的古地震现象, 据C¹⁴测定是在2000年间发生的。由此认为, 1811—1812年曾发生过强烈地震的新马得里区, 强震重复周期约为600多年。

可以看出, 这些工作对一些地区地震活动性的认识有了很大推进。

在我国, 对古地震的研究, 自1978年以来得到了更多人的注意和重视。1979年中国地震学会地震地质专业委员会, 在宁夏银川召开的中国活动断裂与古地震学术讨论会, 提出了有关古地震研究的论文多篇, 内容涉及了北京、河北、山西、宁夏、山东、安徽、江苏、四川、云南等地的古地震问题。会上进行了宁夏中宁古地震现象的现场参观, 引起了热烈讨论, 对古地震研究起了积极的推动作用。在北京附近、唐山等地古地震现象的新发现, 对评价这些地区地震危险性提供了有意义的资料。近几年来在新疆阿尔泰山区、天山北麓, 沿郯庐断裂带, 江苏溧阳, 沿汾渭断裂带, 宁夏海源、西吉一带, 甘肃昌马断裂带, 四川的鲜水河、则木河、安宁河断裂带, 云南的红河、小江断裂带等地都相继发现了一些古地震现象。在一些地区已进行了或正在进行着较为深入的调查研究工作。

近几年来, 通过在各地的的工作, 在研究古地震的方法和内容上都有所进展, 大大地丰富了对确定古地震的多种标志及其区域特征的认识。对古地震参数的确定, 包括其强度、震中位置、错动方式, 特别是古地震事件发生时间的年代学研究, 都在逐步地开展。随着这些工作的深入, 将会加深有关强震活动规律性的认识, 从而提高一些地区地震危险性的预测水平。

从近年来古地震研究的情况看，值得提出的有下列一些问题：

首先对古地震时间界限理解还有很大的不同。一般是将其理解为史前地震，但显然由于各地历史长短不一，在时间上有很大的不固定性。对“古地震”一词的含义还是不够十分明确的。

其次是古地震存在的标志问题。用以判定确曾发生过地震的各类标志很多，它包括了地震造成的断裂错动、沉积物的变形、各种有关的地貌现象、生物现象、岩石矿物以及其它的微观标志等。但区别地震造成的和非地震成因而形态相似的各种地质地貌现象，有时还相当复杂，轻易地将一些形态相似而非古地震造成的变形确定为古地震现象，将会导致一系列错误的结论，这是极其有害的。对用以判定存在古地震事件的标志，必须持十分谨慎和认真的态度。

古地震年代的确定是另一个极为重要的问题。要研究强震的重复周期，没有较确切的古地震发生时间的资料是不行的。目前随着研究第四纪年代学的各种新技术方法的发展，已为解决这一问题提供了可能。第四纪年代测定的方法当前已不下一、二十种，但为了适应测定古地震年代的具体需要，还要视确定时间长短的不同需要选择相适应的方法。如要确定古地震事件发生的较具体的时间，则需要选用能确定到年、十几年以至几十年尺度的方法。但对周期长达数百，和千年以上的地震，或是为了研究大量古地震活动期的的大体时段，则那些能确定 10^2 、 10^3 年尺度的方法也是有意义的。年代测定的方法虽多，但结合古地震现象取得适宜的可确定年龄的样品却往往非常困难，因之还必须常常采用一些因地制宜的方法才行。如在干旱区利用断层陡坎剥蚀程度、坡度角的变化，在一些地区利用地衣生长大小的测量对比，树木年轮法，岩石风化程度及穿过它们的波速变化的测量方法，碳酸钙的溶解度，沙漠日照程度的对比，土壤层的剥蚀以及考古方法等，相对和绝对的年代测定方法，有时在一定的地区常可取得很好的结果。地衣测量、树木年轮、不同风化砾石层波速测定等方法，已在我国的新疆、云南等地的古地震研究中开始使用。利用考古方法研究古地震，在我国有着特殊的有利条件和重要的意义，近些年来已在这方面开展了不少的工作。在北京附近、汾渭盆地、沿则木河、鲜水河断裂带，都有一些有意义的发现。随着对古地震研究内容的扩展，如古地震各种参数的确定、在基底岩石中古震源现象的探索等，古地震研究方法也必须相应地加以扩展。除了要充分运用对地震所造成的各类宏观的构造、地貌现象的各种研究方法以外，必须加强与古地震有关的矿物岩石学方面研究方法的运用。此外，在活动断层的适宜地段开挖探槽，是揭露古地震现象的一种非常简易但往往效果很好的方法，绝不要以其简单而加以忽视。

强震重复率的研究，一直是评价一个地区地震危险性涉及的主要问题。要认识一个地区强震活动的规律需要有较长的地震历史资料，遗憾的是大多数地区的地震记录时间太短，残缺不全，甚至完全没有历史记录。即使像我国、日本有较悠久历史资料的国家，这一问题也是同样不同程度的存在。为了通过古地震的研究取得较长时期的地震活动资料，对近数百年、千年、以至全新世时期，应是古地震研究的重点时间段。对更长时期古地震的研究，在解决强震重复率方面其实际价值，则随着时间向前追溯的久远程度而逐渐降低。

虽然古地震问题的提出已经很久了,但对它深入的研究可以说还只是刚刚开始,随着对宏观微观各类古地震剩余形变现象研究的开展和年代测定的精确化,它将为认识强震活动的规律性和提高地震危险性评价的可靠程度起重要的作用。

参 考 文 献

- [1] В. П. Солоненко, 1973, Палеосейсмология, изв. А.Н. СССР, Ио. 9.
- [2] Б. П. Солоненко, 1979, Палеосейсмогеология большого Кавказа, изд. «Наука», Москва.
- [3] Allen, C. R. , 1975, Geological criteria for evaluating seismicity. Geol. Soc. Amer. Bull. 86.
- [4] Allen, C. R. , 1981, The modern San Andress fault, Englewood Cliffs, Prentice-Hall.
- [5] Sieh, K. E. , 1978, Prehistoric large earthquakes Produced by slip on the San Andreas fault at Palmett Creek, California. Jour. Geophys. Research, vol. 83.
- [6] Sieh, Kt. E. , 1981, A review of geological evidence for recurrence times of large earthquakes Am. Geophys. Union, Maurice Ewing Ser. 4.
- [7] Wallace, R. E. , 1980, Degradation of Hebgen Lake fault scarps of 1959, Geology vol. 8. No. 5.
- [8] Bucknam, R. C. , Anderson, R. E. , 1979, Estimation of fault-scarp ages from a scarp-height-slope-angle relationship. Geology vol. 7. P. 11—14.
- [9] David p. Russ. , 1979, Late Holocene faulting and earthquake recurrence in the Reelfoot Lake area, north-western Tennessee. Geol. Soc. Amer. Bull, part 1. vol. 90. p. 1012—1018.
- [10] Matsuda, T. and Okada, A. , 1968, studies of active faults in Japan, The Quat. Research, vol. 7. p. 188—199.
- [11] Okada, A. , and Sangawa, A. , 1978, Fault morphology and Quaternary faulting along the Median Tectonic Line in the southern part of the Izumi Range. Geol. Rev. Japan, vol. 51 no. 5. p. 385—405.
- [12] The Research Group for Active Faults of Japan, 1981, Active Faults in and Around Japan, the Distribution and the Degree of Activity.
- [13] 朱海之, 1980, 中宁古地震剖面的发现与初步研究, 地震科学研究, 第1辑。
- [14] 王挺梅, 1979, 北京地区近代构造与地震活动的初步研究, 地震地质, 第1卷, 第2期。
- [15] 黄秀铭, 1979, 关于古地震地质研究, 地震地质译丛, 第1卷, 第4期。
- [16] 地震与地震考古, 1977, 文物出版社。
- [17] 丁梦林, 1981, 关于华北地区几个古地震遗迹的认识, 地震地质, 第3卷, 第1期。
- [18] 黄圣睦、刘本培、江在雄、黎定福, 1981, 四川炉霍虾拉沱地震断层群, 地震地质, 第4卷, 第1期。

A BRIEF ACCOUNT OF RECENT STUDIES ON PALEOEARTHQUAKE

Ding Guoyu

(National Seismological Bureau)

Abstract

It is difficult to estimate possible future seismic activity on the basis of the historical records alone, particularly if that record is relatively short. Palaeoearthquake studies can be used to supplement the historic record in the evaluation of seismicity. Recent years, much research work on paleoearthquakes along the active faults has been done in many countries. In this paper the recent progress of the paleo-earthquake studies in various nations has been reviewed, and some major topics, such as the implication, methods, signs and dating, etc. are also briefly mentioned.

史前地震及其鉴别标志的几个问题

杨景春

(北京大学地理系)

闻学泽

(四川省地震局)

史前地震是指一个地区在有文献资料记载以前发生的地震。五十年代后期至六十年代初期,曾在贝加尔、高加索、加利福尼亚、内华达等地进行了史前地震的研究^[1-6]。近十几年来,包括我国在内的许多国家,也纷纷开展了此项工作。

研究史前地震,常采用地震地质学方法,调查史前地震发生后遗留下来的各种地质地貌变形现象,并研究这些变形与地震震级、烈度的关系,进而确定发震的大致时间、地点及有关震源物理参数。因此,在史前地震研究中,如何识别由地震产生的各种变形,就成为关键的问题。

本文分五个方面就有关史前地震形成的某些沉积物变形及其与非地震因素形成的沉积物变形的区别,鉴别史前地震事件的各种综合标志和研究史前地震的时间界限等问题,作了讨论。

一、史前地震与沉积物变形

发生地震时,地表松散的含水较多的沉积物,或当时处于水下而饱水的松散沉积物,受到地震波的冲击,都会产生永久变形,其主要有三种类型:

1. **揉皱变形** 这种变形在一些湖相沉积或湖河相沉积中保存较好。地震时,当时处于水下的松软沉积物的最上部,形成强烈的小型褶曲。它们紧闭而十分混乱,无明显的方向,单个褶皱的宽度从几厘米至几十厘米不等。

2. **搅混变形** 地震时,一些不同粒级、不同层位、不同性质的沉积物象揉面团似的,不规则地混杂在一起,其中可见到粘土状物质包着沙团,或沙填充于粘土状物质后再分离留下的空隙,或较老的沉积物中包裹有较新沉积物的团块。

3. **插入变形** 地震时,饱水的砂土体在地震力作用下,土体结构破坏,孔隙水压力增强,当孔隙水增加到等于上覆土层有效覆盖压力时,便开始液化。在近地表下的饱水粉细砂层沿其地表薄弱处,水、砂冲破上覆的粘土层到达地表,在剖面中形成一些柱状的砂体,而在地面则形成许多大小不同的砂锥体。如果地面被后期沉积物覆盖,砂锥体即在剖面中呈透镜体砂出现。

上述三种变形和一些外力作用形成的沉积物变形现象很相似。因此,只有在排除各种非地震成因的变形之后,上述三种变形方可成为鉴别史前地震事件的标志。在研究史前地震时,至少应与下述几种非地震变形加以区别。

1. 与冻融作用变形的区别 首先应考虑的是冻融作用的变形与地震成因的变形之间的区别。冻融扰动 (involution) 是在寒冷气候条件下, 多年冻结层以上的活动层内形成的。冬季时, 活动层近地表处先开始冻结, 当冻结面逐渐向下冻结时, 迫使下部尚未冻结的含水的松散层发生塑性变形^[7]。在史前地震研究中, 必须区分地震变形和冻融作用变形的差别。我们综合国外和国内的报导和观察, 有以下几方面可作参考:

(1) 冻融扰动的褶曲形式多样, 从微曲状 (图1—⑨) 直到强烈扰动而呈贯入式 (图1—⑦⑧)。褶曲得愈强烈表示经历冻融的过程愈长, 但由于作用力来自上下两个方

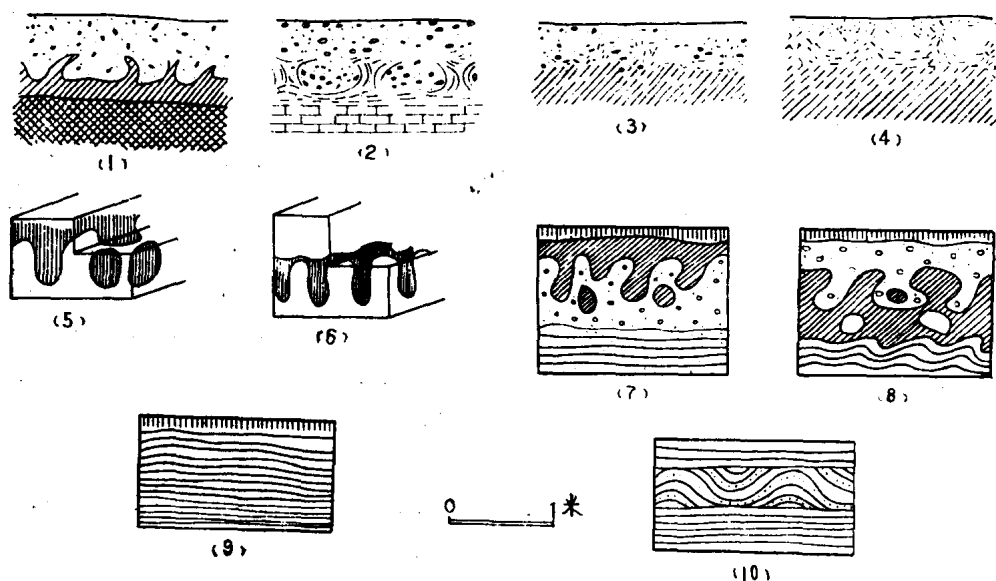


图1 冻融扰动的各种类型 (根据 R. G. West 和崔之久)

向, 使中部尚未冻结的松软层产生向两侧的推挤, 故形成的各种“褶曲”两翼都是比较对称的, 而由史前地震形成的褶曲, 往往不具对称性, 大小混杂, 褶曲往往强烈而紧闭, 其轴面也不具定向规律。

(2) 冻融扰动多产生在具有层理的河湖相松散层中。未受扰动的下伏层是多年冻土层, 也是很好的隔水层, 而受扰动的层多在储水层中, 以砂层、砂砾层居多, 常见到砾石层被扰动。而在河湖相地层中的因地震产生的微褶曲, 基本上都是在淤泥——粉砂质层中, 不可能与相邻的粗粒层共同扰动。

(3) 冻融扰动只局限在某一或两层中。下伏层是多年冻土层的上限, 因而其层面保持水平, 界面非常清晰。在均质的情况下, 上覆层也是以冻结面的形式出现, 界面也十分平整。而由地震产生的揉皱形成于当时最表层, 向下逐渐过渡, 向上往往是以不整合的关系与上覆层接触。

(4) 冻融扰动是多年寒冷气候的标志, 褶曲的延续性好。因此, 同一时期在有条件的地方是大面积发育的。由史前地震产生的揉皱, 尤其是较强烈的揉皱则很局限, 一般限于极震区及其附近, 呈带状分布。

2. 与冰川运动产生的变形区别 由于冰川运动可造成沉积物变形,因而也是值得注意的。这种变形与史前地震的沉积物变容易区别。由于冰川运动有方向性,因而由挤压推移所形成的冰川挤压褶皱构造,其轴面明显地向一个方向倾斜,并伴随一系列小型的逆冲断层。这种现象在由史前地震产生的揉皱变形中是没有的。当然,由地震断层的逆冲活动或错动结果而直接产生的揉皱或定向褶皱是另一回事。

3. 与揉皱作用相类似的一种沉积物的准同生变形是卷曲层理^[8] 这是在具有明显层沉积物中的一种明显盘回褶曲构造。卷曲一般不与断层和滑动相伴生。在一般情况下,卷曲的脊较窄而尖,谷较宽而平,通常在非粘性的细粒沉积物中如细砂或粉砂中发育较好。关于卷曲层理的成因,目前还没有一致的意见。有人认为沉积物中由于水的逐出而压实,产生了沉积物的局部液化,导致卷曲层理的发育。也有人认为沉积物的液化也可以由过度负载、地震波或者由于引起沉积物填集扰动的其它动力来完成。库南(1965)通过实验得到了这种沉积物变形现象,将砂层放在粘土层之上,使沉积物震动,砂层就形成碟形体与肾形体,这些半孤立的砂体陷入粘土层中,形成负载构造^[8]。枕状体的大小从几厘米到几米,从这些球状或枕状构造发育程度不同,可以推断当时所受震动程度的不同。因此,就卷曲层理是否与史前地震有关,目前仍未得到很好解决。所以在对史前地震事件的调查中,遇到卷曲层理时应持慎重态度,其成因可能是多种的。

另外,松软沉积物由于可塑性很大,在一定条件下还可以产生物质流动或近于流动,从而在沉积物中产生一些卷曲的筒状结构。特别是沉积在湖底斜坡上的湖相沉积,可以形成由局部水下滑动产生的滑动构造。例如在山西太谷红崖村和河北阳原邵家湾湖相地层中,都见到似类现象。当然,在有些情况下,由于地震波的冲击作用,可以促使湖底斜坡上产生滑动,但实际上只从滑动构造本身来看,很难分辨出究竟是属纯重力滑动,还是具有地震震动的促发作用。因而水下滑动构造的成因也是多解的。在这种情况下,应力争寻找同一层内的其他变形标志,例如揉皱构造和插入变形等,来作为判别史前地震的必要补充。

总的说来,在松软沉积物中,如何正确区别史前地震变形和非地震因素的变形,目前仍存在不少问题,有待于今后的实践去认识,提高鉴别能力。

二、史前地震与坡地重力地貌

地震时,地表或近地表处的岩体或沉积物因受到强烈震动,整体结构发生破坏,产生新的破裂面,从而使岩体或沉积物在重力作用下,发生快速的位移,形成以下几种重力地貌:

1. 地震崩塌 这种重力地貌多发生于山地陡坡地带,特别是在那些地质结构薄弱的山坡地带。地震时岩石的碎块或整体从高处顺坡突然下落,岩石碎块或巨石可沿坡面跳跃、飞滚而下。

2. 地震滑坡 在强烈地震时,沿坡地可以形成滑坡,其规模可因地而异。

3. 地震塌陷 在岩溶区或古岩溶区,常发育溶洞,由于地震震动,溶洞顶板破裂而