

构造物理与地壳变形学术讨论会

论文摘要汇编

中国地质学会构造地质专业委员会

中国地震学会地震地质专业委员会

1985年3月 北京

构造物理与地壳变形学术讨论会

论文摘要汇编



中国地质学会构造地质专业委员会

中国地震学会地震地质专业委员会

1985年3月 北京

序

构造物理学是近几十年来在传统的地质学和地球物理学的基础上建立和发展起来的边缘学科。它以研究不同尺度等级构造变形的物理本质为其主要任务。它和地球动力学、地质力学之间、既相互联系、又各有侧重，并共同为开发矿产资源和减轻自然灾害提供科学依据。为了促进我国构造物理学的发展，中国地质学会构造地质专业委员会和中国地震学会地震地质专业委员会委托国家地震局地质研究所举办了本次学术讨论会。

会议期间，来自国家地震局、中国科学院、地质、煤炭、石油、化工矿山等部门及高等院校的24个单位的近百名代表，交流和宣读论文九十余篇。代表们以野外调查、地应力、地形变、地震及重力观测分析、岩石物理力学实验、细观和微观观测、物理模拟和数学模拟等各个方面对不同尺度等级的构造变形、地震的孕育、发生和时空分布以及成矿机制等问题进行比较广泛的讨论，展示了近年来我国构造物理学的进展和趋势。其中比较突出地反映在以下四方面：（1）地球物理探测和大地测量技术的运用大大地提高了野外观测的深度、广度和分辨能力，为构造变形研究的定量化和物理化提供了依据；（2）数学力学原理和数学模拟方法的广泛应用；（3）构造变形在介质、环境和时空尺度上的特殊性、复杂性及高温高压岩石力学的重要性受到越来越多的重视；（4）注意在构造变形研究中致力于宏观性状与微观机制的相互结合。

我国构造物理学界的首次全国学术讨论会的召开，有利于这一学科的发展。为了更有效的促进相互交流和合作，编辑了“论文摘要汇编”。

“汇编”委托国家地震局地质研究所编辑，由马瑾、王绳祖和宋惠珍同志担任主编，孙君秀同志承担组织工作。

向支持本“汇编”编辑出版工作的有关同志致谢。

目 录

序	
开幕词	马杏垣 (1)
闭幕词	马 瑾 (3)
会议纪要	会议主席团 (5)
一、综合评述	
损伤力学的引入和全球应力场的解析解	王 仁 (8)
数值模拟与地震预报	罗焕炎 (9)
构造物理研究与地震预报	马 瑾等 (9)
具有滑动弱化区的静态剪切裂纹	陈运泰、L. 诺波夫 (10)
构造力学进展	王维襄 (11)
谈谈变形机制、显微构造及其应用	何永年 (12)
地震研究中的高温高压岩石力学	王绳祖 (13)
断层运动学研究的进展和问题	赵国光 (14)
科学整体化与构造物理学	李树菁 (15)
声发射与断裂	张大伦 (16)
二、构造地质学和地球物理、大地测量方法的应用	
对华北及其邻区中、新生代断陷盆地形成机制的新认识	李扬鉴 (18)
论拉分构造	邓起东等 (19)
试谈引张作用与华北张性构造体系的特征	马 刚 (19)
山西临汾盆地东缘挤压构造的发现及其意义	孟宪梁、于慎謩 (20)
地球开合构造假说初探	蔡学林 (21)
陆内俯冲及滑脱构造——以我国几个山链的地壳变形研究为实例	许志琴 (21)
中国大陆内部的俯冲作用及其与地震活动性的关系	张渤涛、邢全友 (22)
早期水平缝合线	董火根等 (23)
试论攀西无根构造的成因	赵中岩等 (24)
喜马拉雅山地区的肠状构造及其意义	张伯南、石绍清 (24)
复式半背斜——一个新认识的构造型	夏邦栋 (25)
北京周口店地区的“U”型叠加褶皱	贾精一、周绍东 (25)
“U”型(倾竖)褶皱的初步分析	贾精一 (26)
断层粘滑脉动成矿机制	王亚南、王子潮 (27)
构造变形与热液成矿	王子潮、王亚南 (28)
脆性剪切带的雁列 P 面和 R 面	卢华复等 (29)
河北平原文安霸县地区现今构造运动	桂焜长 (29)
地震领域形变场的研究	卢汝圻 (30)
唐山地震发震断层特征与运动方式	辉德、叶承之 (30)

唐山地震前后华北地区断裂的活动特征	高忠宁等 (31)
迁西地区残余应力测量与应用	安 欧 (31)
冀中平原油井水力压裂应力测量	梁国平等 (32)
断裂失稳运动前测区应力状态被扰动的某些观测事实	康仲远等 (32)
红河断裂带 (南段) 两侧的浅部地应力测量	饶凯年 (33)
关于地应力及地应力前兆探索	卿子郊 (33)
唐山地震区地应力测量及其震后应力场特征	丁旭初、梁发明 (34)
日本海地震的深度分布及其应力状态	宁杰远、盛绍先 (35)
中国地震的时空分布规律和预测	霍明远 (35)
用叠加模式讨论减震作用	郭增建等 (36)
韧性基质中脆性矿物或岩石的行为及地震成因讨论	张家声 (37)
 三、构造物理学中的显微构造研究	
从藏南若干二辉橄辉石晶体的塑性流动看震源机制	崔军文 (10)
岩石快速变形产生的显微构造	何永年等 (10)
粘滑和稳滑断层产物的某些显微构造特征	杨主恩等 (11)
物质不均一性对变形的作用	钟人赉 (11)
岩石中的构造微裂隙及其固结	刘瑞 珣 (12)
郯庐带的断裂岩石和断裂机制	张家声 (13)
从显微构造应力场有限元分析探讨一种压溶作用的形成机制	凌小惠 (13)
煤层变形的流变学分析	高凌蔚、李 涛 (14)
差异形变导致脆裂强震	应思淮等 (15)
 四、岩石力学与实验构造物理学	
等距性断裂形成机理的初步探讨	徐嘉谟 (17)
不连续断层填充物对岩石破裂特征的影响	许昭永等 (18)
软弱面对岩石破裂影响的实验研究	臧绍先 (18)
三条断裂带断层物质力学性质的初步实验研究	王宝生等 (19)
红河断裂带断层泥在高温高压下的力学性质研究	李建国等 (50)
单轴压缩下花岗岩的声发射活动性及其凯塞效应的试验研究	张伯崇等 (51)
雁列式断层变形与失稳过程的实验研究	刘力强等 (51)
郯庐断裂带破碎大理岩热声发射的实验研究	席道瑛、谢 瑞 (52)
岩石试样的凯塞效应	丁原辰等 (52)
岩石在蠕变条件下的变形和声发射	戴恒昌等 (53)
单轴压加载速率与声发射	许昭永等 (55)
岩土模拟试件的变形与孔隙水压力关系的试验研究	车用太、杨会年 (55)
岩石中孔隙水压力的变化与应力变化相互关系的实验研究	郭慧敏等 (56)

华北地区典型岩石在 1 万巴压力下的密度和弹性波速度的实验研究

	郝晋昇等 (56)
关于“气体介质高温高压实验系统”建立与试验的报告	刘天昌等 (57)
岩石单轴高温蠕变实验装置的设计与研制	施良骥等 (58)
5 千巴围压系统的配套组建以及测量系统安装	刘天昌、吴秀泉 (58)
论韧性变形中奥德理论的应用	孙 岩、沈修志 (58)
壳内低阻层成因的实验研究	郭才华等 (59)
岩石的流变性及其剪破裂问题——关于岩石力学性质一个方面的探讨	卿子郊 (60)
砂岩大理岩在不同条件下的强度变形特点和地震波特征	邵顺妹 (61)
华北地区裂谷与盆地形成机制的探讨	潘秋叶、杨桂枝 (62)
构造圈闭形成条件的模拟试验	王志成 (63)
由光弹确定南北地震带北段地震危险区	张淑节、李同祺 (63)
成矿构造体系应力场的动态模拟	王亚南、王子潮 (64)
不同应变率条件下断层泥力学性质的实验研究	张渤海、施良祺 (64)
应变速率对断层泥变形影响的实验研究	袁淑荣等 (65)
红河断裂带断层物质对岩石摩擦性质影响的初步实验研究	王 威 (65)
含水量对断层泥力学性质的影响	许秀琴等 (66)

五、构造物理学中数学方法的应用

断层动力学与构造应力关系的三维数值模拟	高祥林 (68)
北京地区形变资料的反演和区域应力场的研究	宋惠珍等 (68)
华北盆地 (北部) 中、新生代构造应力场演化及盆地形成、发展机制分析	庄培仁等 (69)
铲式断层力学	陈 强 (71)
鲜水河断裂带水平形变模拟及力学机制的探讨	杨光宇 (71)
山字型构造体系挠度场计算的初步总结报告	王连捷、张利容 (72)
雁列式裂纹的相互作用及其稳定性	杜异军等 (72)
三维变弹性模量光弹性模拟及其对地应力场分析的意义	黄庆华 (73)
突变理论及其地质意义	康仲远、刘光勋 (73)
层状组合岩层褶皱变形及成矿意义	王子潮、王亚南 (74)
横观各向同性岩石断层力学研究	阮怀宁 (75)
数值模拟实验法在研究深部构造中的应用——以日本国新潟沉积盆地为例	龙学明、小玉喜三郎 (75)
琉球岛弧—海沟构造应力场的数值模拟与冲绳海槽的成因	黄培华、苏维加 (76)
用袖珍电子计算器的程序求解极密中心产状和 π 圆	张伯南、蔡学林 (77)
地球上层的对流、构造运动与构造动力	朱岳清 (77)

构造物理与地壳变形学术会议开幕词

马杏垣

首先我祝贺构造物理与地壳变形学术会议的胜利召开。这次会议是中国地质学会构造地质专业委员会与中国地震学会地震地质专业委员会联合发起的。两个专业委员会都是在我国各项改革的高潮中重新组建的。这次会议又是在全国科技工作会议圆满结束的形势下开幕的。这就给我们提出了一个严肃的问题：即学会工作应该如何适应新形势的需要，如何调动广大构造地质工作者作出更大的成绩，走在四化建设的前面。

我想首先我们必须遵照科学技术面向经济建设的战略方针，通过学术活动为开发资源、保护环境、减轻灾害服务。

其次，如果说人的生命在于运动，那么学会的生命也在于活动。我们要组织多种形式的学术活动，如国民经济建设的咨询活动等，促进各学科、各种学术观点相互交流，取长补短，共同前进。

构造地质学是地球科学中最活跃的学科，也是多学科的结合点，这次构造物理学术会议就是一个体现，这在我国还是第一次召开。

构造物理学是研究不同尺度，不同层次和不同类型的地壳构造变形现象物理本质的一门学科。这门学科是为了生产建设的需要而发展起来，既研究不同构造单元的构造变形规律，也研究不同地质环境下岩石性状。1940年在美国地球物理协会中正式成立了构造物理分会。苏联在50年代也开始系统研究褶曲断裂形成机制，也采用了“构造物理学”这个名词。国际构造物理杂志从1951年开始问世。

我国与这方面内容有关的研究工作很多。这些年来也取得很大发展。这次会议上我们收到的论文就包括24个单位，六个方面的论文，包括构造地质、岩石力学、数字模拟、显微构造和地应力地形变方面的论文近百篇。这说明大家对会议的支持，也说明大家做过很多工作。

召开这次会议有两个宗旨：首先目前科研体制中科研转化为生产的周期太长，科研各个环节相互脱节，也使科研不能很好为生产服务。加强构造物理科研上各环节的联系；紧密与生产的联系，找出脱节的地方，尽快组织补充这方面的研究，使构造物理这个学科在四化中发挥更大的作用，为本次讨论会的第一个宗旨。

其次，构造物理学涉及的面宽、涉及的问题多。是一种边缘学科。它所涉及的时间尺度可相差十几个数量级，短的为地震，发生在几十秒的范围内，长的为大型断裂带，变形历史可达10万年以至亿年。它所涉及的空间尺度从微米级到上千公里，也可差7—8个数量级，涉及的变形物理化学环境或构造变形层次包括了整个地壳，压力、温度区间很大。因此研究不同方面的科学工作者可能互相不了解，对彼此的最新成果可能不熟悉。加强互相了解，改进彼此的联系促进这个学科的发展，是这个会议的第二个宗旨。

最后有几点希望：(1)希望能促进地质学和地球物理学、地形变观测和力学等学科的结合：

開幕開會本學研變賣就已堅辭辭辭

(2) 促进微观变形机制研究和宏观变形研究的结果; (3) 促进不同时间尺度, 空间尺度的变形特征对比研究; (4) 促进室内研究和野外研究的结合; (5) 促进科研和生产的结合; (6) 把构造学这个十分复杂的学科引向量化。在这些结合的基础上才可能把构造地质学、地震地质学推向新的高度, 才可能在四化建设中作出更大的贡献。

最后预祝大会成功!

闭幕词

马 瑾

在老前辈的鼓励下，在大家的共同努力下四天的会议取得了很大的收获。会议反映了这些年来我国在构造物理学研究方面取得很大进展。这次会议我们沟通了情报、交流了思想、启发了思路，这是一个很好的开端。

一、进展

从以下几方面可以看出我们在研究内容和技术上的进展：

岩石物理力学性质的研究方面取得很大进展在3年前召开的模拟实验会议上有关实验方面的报告大多数是常温常压的实验，在这次会议上大多数的实验是在高压下进行，有的则是在高压高温下进行的。由于实验技术的发展，我们对岩石变形的特点上的认识也有很大的进步，例如围压介质刚度对失稳应力降的影响及温度围压对断层带物质力学性质的作用等。一些实验中还考虑了孔隙压力的作用，又带来了一些新认识。

声发射技术在地震中的应用有很大进展由前几年单纯的声发射的时间序列研究变为多方面的研究，例如利用凯塞效应研究地应力，声发射定位，声发射频谱以及热声发射等。

数字模拟把地质上的因素考虑得更复杂、更真实了对震源由点源，位错模型演化为不均一的断层模型，对介质的力学模型由线弹性、演化为粘弹性和弹塑性模型。广泛利用各种方法研究地震预报、盆地演化、断层扩展等各类问题，研究深化了。

对自然界各种变形体及其机制的研究有进展，例如对浅层和深层韧性和脆性剪切带的变形特征的微观研究、断层滑动方式特别是快速错动的微观标志等方面研究注意了野外观测、室内实验和微观机制的结合。关于断层等间距性形成的条件以及在地震和工程采矿方面的讨论是很有兴趣的。关于各种构造的变形涉及各类断层，各种盆地、复式半背斜、U型叠加褶皱、低速低阻层、无根构造、山字型 and 地幔对流等不同尺度的广泛方面。

利用离心机模拟实验、激光全息实验方法解决地质问题也有了新进展，地应力观测技术地形变观测在较大区域得到观测资料。

会议代表认为构造物理方法在构造地质和找矿勘探中的应用有待于进一步开展。结合与地质变形有关的中压中温实验也需加强。

二、特点

代表认为会议组织上有如下优点：会议以中青年为主，一大批青年人走上讲台提出很多新问题打破了学术上的沉闷空气；会议内容上打破了学科界线，体现了边缘学科应有的多方面合作气氛，内容比较开阔；讨论比较热烈；会议紧凑、快节奏、既节省了时间，又互通了信息。

会议认为有几个构造变形的物理机制问题的研究既有实践意义,又有理论意义,值得各方面努力去解决。例如不同深度不同温压条件下,不同运动方式和不同运动速率下剪切带的变形特征问题的研究,就是对地震和矿产和理论上均有意义的课题,值得从野外,室内实验,数字模拟和显微构造等方面进一步研究。研究盆地的结构与演化是一个与煤炭、石油、地震等有关的实际问题,在地壳变形演化上也有重大理论意义,此次从野外、数字模拟、离心机模拟上均有一些研究成果,值得进一步研究。其中沉积层厚度分布,变形机制等问题,浅部构造变形与深部构造复合问题是一个很重要的问题,值得各方面努力去探讨。

作为一门边缘学科会议提倡各方面研究相互结合与渗透,提倡综合对比研究,提倡基础研究与生产结合。希望开展常温常压构造模拟与高温高压实验的综合对比;数字模拟与物理模拟的综合对比;不同尺度构造变形现象的综合对比;室内研究与野外观测的综合对比;宏观变形现象与微观变形机制的综合对比研究。

本届会议主席团有如下几个倡议:

1. 作为一门边缘学科,过去靠单学科分别组织,使研究课题往往偏于某一些方面。为了促进学科间的协作与交流,促进科研与生产的结合,建议在地质学会与地震学会下设立专门的组织,以利于组织这方面的学术活动,促进交流和协作,倡导一些有益的科研方向。
2. 建议在87年第四季度举行第二次会议,中间穿插一些小专题的小型讨论会和专题报告会。
3. 争取在适当条件下创办刊物公开出版。

附件二

构造物理与地壳变形学术讨论会纪要

构造物理与地壳变形学术讨论会在中国地质学会构造地质专业委员会和中国地震学会地震地质专业委员会共同支持下,于1985年3月10日至3月13日在北京召开。参加会议的共有96人,分别来自全国有关部门、科研机构 and 高等院校共24个单位,交流和宣读论文96篇。主要涉及:

1. 自然界各种变形体的研究
2. 岩石物理学性质研究
3. 数学模拟及各种理论模式的研究
4. 显微构造研究
5. 地应力、地形变观测
6. 各种物理模拟实验

通过四天学术交流,大家认识到,构造物理是一门边缘学科。与本学科有关的不同专业的同志会聚一堂,讨论共同关心的构造物理问题,反映我国该领域研究进展。因此,能组织该会议本身就是一个成功。

构造物理研究领域在国外发展十分迅速,为了推动我国该领域的发展,会议建议,在中国地震学会和中国地质学会的领导下,建立必要的跨学会组织,暂定为构造物理专业委员会,由地震学会和地质学会联合组织。为了工作方便起见暂挂靠地震学会,挂靠单位为国家地震局地质研究所。它的主要任务是:负责组织学术会议和专题讨论班,筹备各种学术活动,暂定每两年召开学术讨论会一次;倡导有意义的专题研究;关心国际、国内构造物理研究动向和组织必要的交流;促进讨论研究和各单位间协作;在条件成熟和可能的情况下,增设出版园地。本次会议论文摘要将印出,分送有关图书情报机构,以利交流。

附:构造物理与地壳变形学术讨论会主席团

- 马 瑾 (国家地震局地质所)
- 陈运泰 (国家地震局地球物理所)
- 崔盛芹 (地质科学院地质力学所)
- 王维襄 (武汉地质学院北京研究生部)
- 夏邦栋 (南京大学)
- 臧绍先 (北京大学)
- 龙学明 (成都地质学院)
- 张伯崇 (国家地震局地震地质大队)
- 钟大赉 (中国科学院地质研究所)
- 宋惠珍 (国家地震局地质所)
- 王绳祖 (国家地震局地质所)

附：构造物理专业委员会成员名单

经构造物理与地壳变形学术讨论会主席团协商及大会通过，建议构造物理专业委员会暂由下列成员组成（以姓氏笔划为序）：

- 马 瑾（国家地震局地质研究所）
- 王连捷（中国地质科学院地质力学研究所）
- 王维襄（武汉地质学院北京研究生部）
- 王绳祖（国家地震局地质研究所）
- 龙学明（成都地质学院）
- 宋惠珍（国家地震局地质研究所）
- 耿乃光（国家地震局地球物理研究所）
- 张伯崇（国家地震局地震地质大队）
- 夏邦栋（南京大学）
- 钟大赉（中国科学院地质研究所）
- 臧绍先（北京大学）

一九八五年三月十三日

综合评述

一、综合评述

一、综合评述

序号	姓名	性别	出生年月	籍贯	学历	专业	职称
1	张三	男	1980-01-01	江苏	本科	计算机	助教
2	李四	女	1985-03-05	浙江	本科	英语	助教
3	王五	男	1990-06-10	山东	本科	数学	助教
4	赵六	女	1992-09-15	河南	本科	物理	助教
5	孙七	男	1995-12-20	湖北	本科	化学	助教
6	周八	女	1998-04-25	四川	本科	生物	助教
7	吴九	男	2000-07-30	广东	本科	医学	助教
8	郑十	女	2002-10-01	广西	本科	法学	助教
9	陈十一	男	2004-02-08	湖南	本科	历史	助教
10	冯十二	女	2006-05-12	福建	本科	地理	助教

损伤力学的引入和全球应力场的解析解

王 仁

(北京大学地质系)

我们在构造物理学方面近来考虑了以下两个问题:

1. 岩石弱化对岩石破坏过程的效应 —— 通过刚性试验机对岩石试件的实验表明, 岩石的脆性破坏有一个裂隙增长积累的过程, 在到达应力峰值以后, 存在一个弱化阶段, 然后才出现整体破坏。若在试件中开挖一条裂缝, 在试件受压时, 裂缝尖端附近首先出现裂隙增长并进入弱化阶段, 它们会影响裂缝的扩张规律。对具有弱化阶段的大理岩试件所做的试验表明, 裂缝扩张的方向与通常按均匀介质中的断裂力学推断不同, 这个不同能用弱化模型所做的有限元计算重现出来。因此, 我们认为在处理岩石破裂问题时, 需要考虑岩石性质随着微裂隙增长而引起的变化, 后者是一些永久性的变化, 在力学中称为损伤, 需要在本构关系中增加反映损伤的参数, 研究这类问题的叫损伤力学。我们认为在研究岩石的脆性破裂过程时, 需要研究如何确定损伤参数, 并应用损伤力学的理论来分析断层的扩张问题。问题有待深入。

2. 全球应力场的研究

我们在1977年前后曾用分层模型计算过地球自转速率变化和日、月引潮力所引起的全球应力场, 当时忽略了地球变形对基本运动方程的影响。这些变形相对于地球半径来说确实很微小, 在通常的弹性力学分析中完全可略去。但是在这些具有体力作用的问题中, 忽略变形也就同时忽略了重力对这些变形的恢复作用。丁中一和潘尔年找到一个修正函数, 使得仍可用解析方法考虑这部分影响。计算结果表明, 沿纬度的主应力分布形式仍分为三个区域(表1), 纬度分布有少许变化, 而应力则减少很多。快速模型减少三分之二, 缓变模型(按30公里或80公里厚的分层弹性模型)减少到不及原有的十分之一, 可见这时不能忽略变形的影响。

表 1 自转加速时沿纬度的应力分布

忽略变形	考虑变形	东西向	南北向	忽略变形	考虑变形	东西向	南北向
0 — 35°	0 — 40°	张应力	拉应力	0 — 48°	0 — 53°	拉应力	压应力
35 — 45°	40 — 50°	拉应力	压应力	48 — 90°	53 — 90°	压应力	压应力
45 — 90°	50 — 90°	压应力	压应力				

数值模拟与地震预报

罗焕炎

(国家地震局地质研究所)

由于数值模拟方法日益广泛的应用,使构造应力场的研究向定量化方向发展,为解决地震预报问题提供了新的途径。但是要使数值模拟方法在实现地震预报方面发挥作用,首先必须解决下列问题:构造应力场的动力来源、岩石圈的结构和演化、地震前兆的物理机制及其内在的相互联系。

板块构造理论可以解释板块边缘的构造变形和地震机制,但板块内部,尤其是大陆内部的动力学问题却复杂得多,仅仅用刚性板块假定和碰撞带、消减带动力学是不能说明大陆内部的变形机制和地震动力来源的。在研究地幔对流作为构造运动和地震的动力来源时,不仅要考虑到全球性的大尺度对流,还要注意到局部地区的中尺度或小尺度对流的力学效应,例如在弧后盆地的诱发对流或次生对流,可能是与大陆边缘盆地形成有关的拉伸应力的动力起源。此外,重力均衡调整对构造应力场的作用也是不能忽视,同时要考虑构造演化史对变形和应力的约束。

地壳上地幔结构的不均一性,与构造应力的集中和地震的发生有密切关系。利用地球物理资料反演地壳上地幔结构时,往往是多解的,需要用多种方法,包括数值模拟方法,解决反演结果的唯一性问题。地震波、大地热流、大地电磁测深等探测手段都可以应用数值模拟方法去检验反演结果所依赖的理论模型。

地形变异常、重力短期变化异常以及水位变化异常可能是进行中短期地震预报的有效手段。这些异常变化经常沿断裂带出现。需要弄清各种前兆的内在联系,注意到断裂带活动的独立性和相关性。要利用数值模拟的灵活性和综合性,探讨所探测或观测到的各种物理量的相关性以及产生这些物理变化的可能力源。

构造物理研究与地震预报

马 瑾

王绳祖

宋惠珍

(国家地震局地质研究所)

构造物理研究是探讨地震预报的一种主动途径。国家地震局地质所构造物理室正是沿着这个途径去摸索地震的成因、机制及可能的前兆。中国地震震例反映了不同地震过程的差别,它说明影响地震过程的因素很多。我们认为发震的地质构造背景、物理环境和介质因素三个方面因素比较重要。兹列举几方面的主要结果:

1. 发震构造组合型式严重影响应力场的分布和破裂发展型式,因此也就影响地震的时间

序列和空间分布。例如,对雁列式断层来说,在行阶相同时错列区应变能密度比周围小,增加了张性破裂和失稳的可能性。行阶相反时,错列区应变能密度比周围大,增加了剪切破裂的可能性。这里,行指断层错动方向,有左行和右行。阶指相邻断层段的排列方向。错列区Ⅱ型应力强度因子的相对值与裂纹端点走向间距 S 和垂向间距 d 与裂纹长度 $2L$ 的相对比值有关,因此失稳条件也与 $|S/L|$ 与 $|d/L|$ 有关。比值愈小,愈不稳定。实验表明,两类构造组合下可能的前兆不同。行阶相同的雁列断层地震震级小,有前震,发震断层位移有加速过程,震前错列区主应力轴可有 $45^\circ-90^\circ$ 的转动。行阶相反的雁列断层地震震级大,前震少,可形成围空区。

对其复杂构造背景的华北地区利用弹塑性增量法和粘弹性有限单元法探讨了可能发生强震的地点和时间进程。

2. 环境条件对地震发生的重要性可由以下方面看出:

环境刚度 地下的错动块体处于周围岩体的围限之中,不仅受回弹岩体的作用,而且受错动前方岩体的阻挡。因此,应该同时考虑轴压系统刚度 K_1 和围压系统刚度 K_3 的影响,或者统称二者为环境刚度。实验表明围压系统的阻挡对岩石的破坏失稳起着抑制作用,随着 K_3 的增大,岩石突发失稳的应力降减小,突发失稳所要求的围压下限也相应升高。

孔隙压力 当断层带夹层为渗透性较好的介质,如花岗岩碎屑,摩擦强度只与有效压力有关。当夹层为渗透性差的粘土矿物时,情形就复杂得多。说明孔隙压力对滑动的影响是通过介质起作用的。孔隙压力对滑动性状也有影响。在其它条件相同时,孔隙压力愈高,滑动趋于稳定。在有效压力相同下,当夹层为低渗透率时,孔隙压力值愈低,摩擦强度愈高,滑动趋于不稳定。

围压增大,强度也增大。高围压下滑动性状趋于不稳定,温度的作用比围压作用更显著。温度对粘土类夹层的摩擦强度和滑动性状有明显影响,在 $400-600^\circ\text{C}$ 的高温下不但摩擦强度增大,粘滑应力降也增大。

应变速率愈低,摩擦滑动愈不稳定。

3. 围岩和断层带物质对区域变形均有影响,后者作用更大。在相同条件下,不同介质为方解石、蛇纹石和花岗岩碎屑对温度变化有不同的响应,这是由于变形机制的不同所引起。

4. 岩石破坏过程中有频谱成份不同的三类声发射事件。主破裂前以频率成份低的事件为主。声发射事件频率成份与破裂尺度有关,大尺度事件频率成份低。乌溪江水库地震中观察到与实验结果类似的现象。

5. 低速低阻层是地壳深处的薄弱面,实验证明了四种可能引起低速低阻的机制:部分熔融、碳酸盐脱 CO_2 和碳还原、含水矿物脱水以及岩石破碎。

具有滑动弱化区的静态剪切裂纹

陈运泰

L. 诺波夫

(国家地震局地球物理研究所)(美国洛杉矶加州大学地球物理和行星物理研究所)

作为我们研究地震事件系列性质的一个开端,我们就两种不同的裂纹端部附近的滑动弱

化区模式对有限的, 二维反平面静态剪切裂纹问题加以研究。裂纹埋置于无限的弹性介质中。在滑动弱化区的尺度趋于零的极限情形下, 这个问题变成为诺波夫 (Knopoff, 1958) 研究的均匀场中有限的剪切裂纹问题。我们就具有代表性的无量纲应力降的数值求解了位移和应力, 随着无量纲应力降减小, 裂纹长度单调增加而滑动弱化区的尺度则单调减小, 这些结果可解释为一个初始地震断层进一步扩展的临界条件。按照这种解释, 这些结果意味着地震的起始不仅受断层面上应力降所控制, 而且也受预先存在的破裂的尺度所控制: 地震可以起始于一个预先存在的小破裂, 如果初始断层上的应力降足够大的话; 反之, 地震也可以在较低的应力降的影响下而起始, 如果初始断层足够大的话。如果无量纲应力降大于某一数值, 这个静态问题无解, 这个最大无量纲应力降相应于最小裂纹长度, 此时滑动弱化区布满整个裂纹。在小的无量纲应力降即小尺度屈服极限情形下, 无量纲的裂纹半长度与无量纲应力降的平方成反比。我们还计算了无量纲的滑动弱化区长度。

构造力学进展

王维襄

(武汉地质学院北京研究生部)

构造运动是一复杂的物理和化学过程。探讨构造运动的物理过程, 是构造物理的主要任务。在构造运动的力、热、声、光、电磁等物理效应中, 着重力学现象与相关规律的研究, 是构造力学的中心内容。研究构造力学的目的是为认识自然、认识构造运动规律, 用以找矿和防治地震灾害服务。

构造力学是介于地质构造学和力学之间的边缘科学。

从事构造力学的研究, 历来是由地质学者、物理学者和数学力学学者等, 从不同学科出发, 彼此结合, 相互渗透, 对构造运动进行相关学科的综合研究。

最早, 用力学的观点研究构造形成机理, 可以追溯到十九世纪初叶对岩层褶皱成因的研究。经过一百多年的不断发展, 近十多年, 构造力学已做为——门新的边缘学科正式被提出来。

当前, 构造力学的几个中心问题:

1. 褶皱与断裂形成机理解析理论;
2. 构造变形的有限应变分析与测量;
3. 构造应力场
4. 岩石力学性质;
5. 剪切带;
6. 震源力学;
7. 构造运动的动力来源;
8. 实验构造力学;
9. 计算构造力学——构造力学的数值方法;
10. 由构造力学提出的新的力学理论研究。