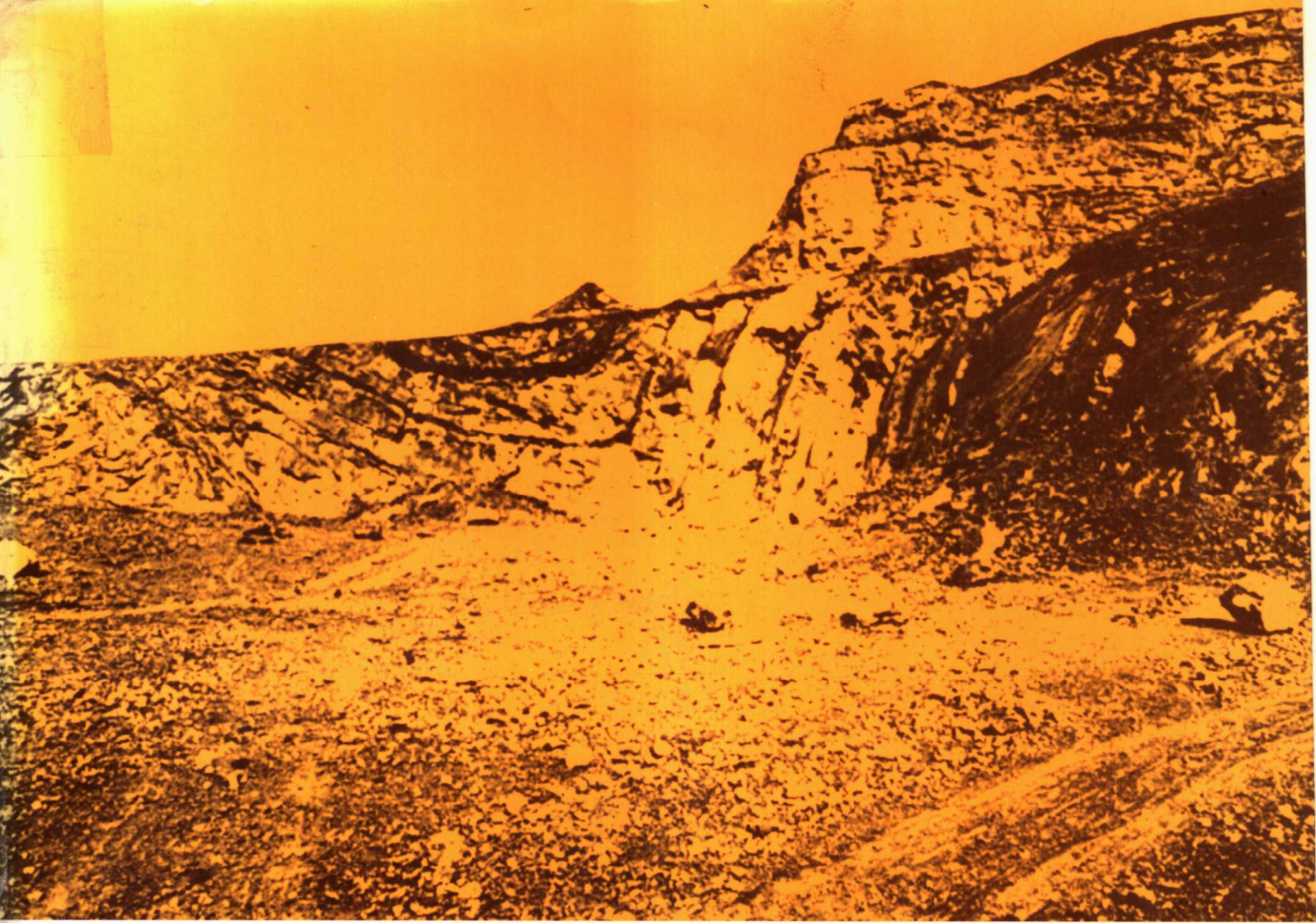




溧阳地震与 茅东断裂带

胡连英 徐学思 孙寿成 编著
周师立 尤 兰

地 震 出 版 社

溧阳地震与茅东断裂带

胡连英 徐学思 尤 兰 编著
孙寿成 周师立

地 震 出 版 社

1997

内 容 提 要

本书汇集了茅山地区近 60 年来基础地质和 20 年来地震地质、溧阳地震大量实际资料,从多方面阐明了溧阳地震特征与茅东断裂带的关系。全书分为四篇,21 章。第一、二篇论述溧阳 5.5 级、6.0 级地震预测预报、地震活动性、地震烈度和地震震害、地震构造类型、震源构造、成因机理和两次地震关系等;第三、四篇对茅山地区新生代地层、构造、新构造和现代构造、深部构造和地震构造环境以及茅东断裂带展布、几何学、分段性、运动学和含幔源包体玄武岩、构造应力场和地震活动性等进行了较系统全面的总结。

本书可供地震危险性分析、地震烈度区划、地震预测、防震减灾、重大工程建设、矿产开发以及地震和地质科研、教学等科研人员和师生参考。

溧阳地震与茅东断裂带

胡连英 徐学思 尤 兰 编著
孙寿成 周师立

责任编辑:何寿欢

*

地 震 出 版 社 出 版

北京民族学院南路 9 号

中国地质大学轻印刷厂印刷

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 18.375 印张 8 插页 470 千字

1997 年 12 月第一版 1997 年 12 月第一次印刷

印数 0001—1000

ISBN 7-5028-1411-6/P·877

(1997) 定价: 28.00 元

溧阳地震与茅山断裂带

溧阳 5.5 级地震震害



1. 溧阳上沛两层薄砖空斗墙墙体垮落,木柱歪斜



2. 溧阳上沛混有瓦砾,碎砖的夯土墙,严重倒塌



3. 溧阳上沛“八五”空斗墙瓦房,前墙倒塌,屋顶局部垮,隔震墙出现斜裂缝



4. 溧阳陆埭东上窑厂烟囱震裂,出现 X 形裂缝



5. 溧阳上沛老虎山石桥桥面震裂



6. 溧阳上沛一汤桥公路边地裂缝

溧阳 6.0 级地震震害



1. 溧阳东塘村民房毁坏，梁柱折断



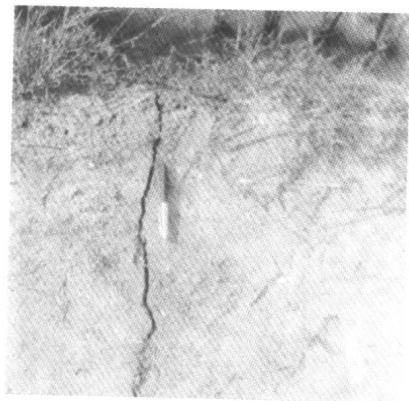
2. 溧阳强埠沈家湾 5.5 级地震后重建新房毁坏



3. 溧阳上沛银行 1978 年新建大楼有抗震设施震后完好



4. 溧阳上兴浴室烟囱水平断成三截,顶部右旋 45°



5. 溧阳上沛方家边田埂北南向追踪地裂缝

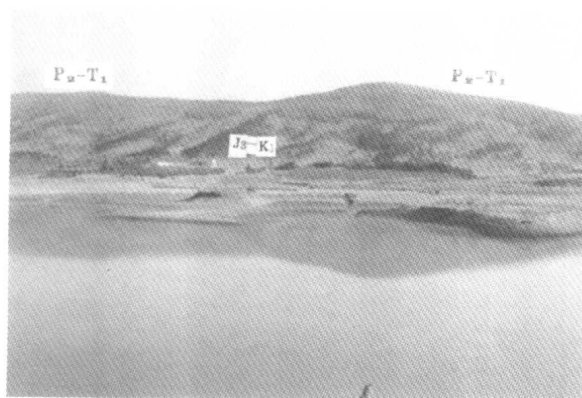


6. 溧阳上兴堰下村河堤滑坡

茅山伸展构造和茅东断裂带



1. 金坛方山叠覆构造全景(镜向北)



2. 高淳花山叠覆构造全景(镜向东)



3. 溧水芝山西坡 P_2-T_1 岩片滑覆前缘水平挤压褶皱(镜向北)



4. 高淳马鞍山西坡 P_2-T_1 岩片滑覆前缘挤压褶皱(镜向北)

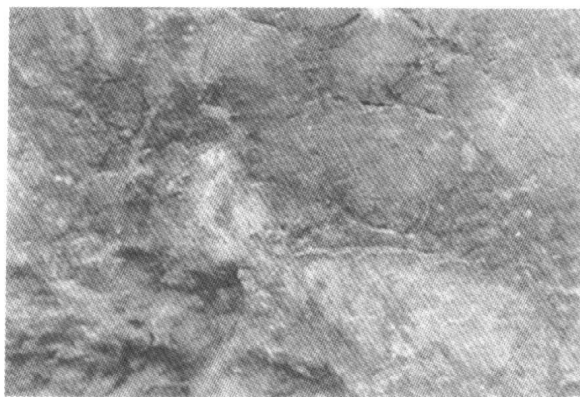


5. 溧阳竹箠煤矿东壁茅东断裂带(镜向东)

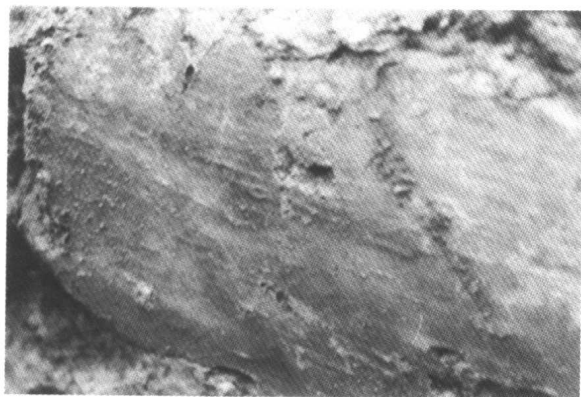
茅东断裂带



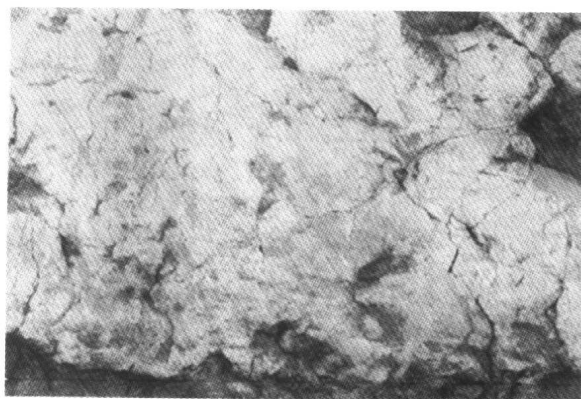
1. 金坛陶家洼陡立断层面(镜向东,下同)



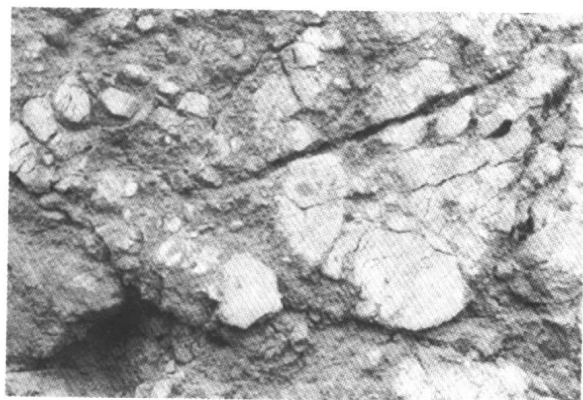
2. 金坛陶家洼断裂面上细纹擦痕



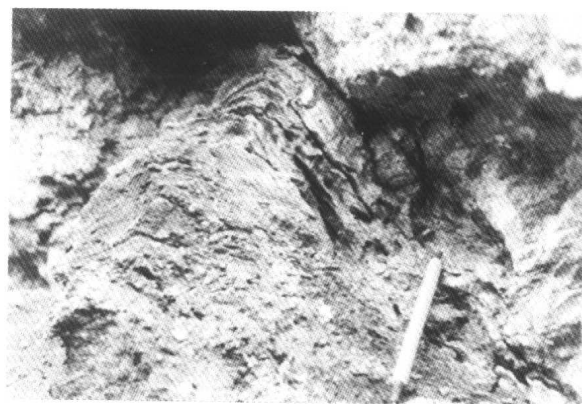
3. 溧阳竹箐煤矿东壁断层面上擦脊



4. 金坛陶家洼断裂面上“丁”字型擦沟



5. 金坛陶家洼断裂面上“切砾”现象



6. 溧阳竹箐东壁断层泥塑性变形

序

1974年4月22日和1979年7月9日江苏省溧阳上沛相继发生5.5级和6.0级地震,在人口稠密、经济发达的长江口金三角腹地造成了严重的地震灾害。系统地研究溧阳地震成因机理、震害特点及其与茅东断裂带关系是一个具有重要现实意义的课题。20年来本书作者以茅山地区及溧阳震区为研究基地,以溧阳地震和茅东断裂带作为主攻课题,先后完成江苏省地震局、国家地震局和地震科学联合基金会批准的三个课题,取得了一系列很有价值的科研成果。

《溧阳地震与茅东断裂带》一书系统地总结了溧阳地震,将茅山地区的基础地质、地震地质、活动断裂带的深入研究与之密切结合,全面深刻地阐述了溧阳地震的震源构造及其区域构造和茅东断裂带的关系。书内的第一、二篇总结了溧阳地震的预测预报、地震活动性、烈度和地震灾害等问题;对溧阳地震的构造类型、成因机理和两次溧阳地震的关系提出了新的认识。第三篇研究了茅山地区新生代地层层序,揭示了茅山的伸展薄皮构造,深入讨论了茅山地区新构造和现代构造、深部构造、新生代玄武岩和地震构造环境等。第四篇以丰富的野外考察资料,大量图片和测试数据,阐述了茅东断裂带的展布和几何学特征及第四纪活动的特点。作者提出茅东断裂带是一条深达上地幔的脆-韧性剪切带,它控制了新生代茅东裂陷盆地生成和演化以及地震孕育和发生,并对茅东断裂带的构造应力场、平均位移速率和地震重复间隔等问题进行了多方面的探讨。

自1935年李毓尧、朱森教授所著的《茅山山脉地质》一文发表以来已过去60年了,本书的出版又对茅山地区的基础地质、地震构造、活动断层以及地震危险性和防震减灾等方面提供了系统的资料和最新的认识,具有广泛的应用价值。

本书作者既是当年溧阳地震现场宏观考察、地震预测的主要参加者,又是长期从事茅山地质、溧阳地震、茅东断裂带等实际研究者。他们经过了20多年的艰苦努力,不计报酬,将很有限的研究经费精打细算,使其最有效益地用于科研;为了使这一研究成果尽快与读者见面,多方争取资助始得出版。预祝这一科研成果在科研与应用中不断发挥其作用。

丁国瑞

1996年3月

PREFACE

Two earthquakes of magnitude 5.5 and 6.0 occurred at the Shangpei area, Liyang, Jiangsu Province April 22, 1974 and July 9, 1979, respectively. They caused serious disaster in the epicenter area which is located in the center of the Yangze delta with dense population and high developing economy. Therefore it is of great importance to perform a systematic study on the origin, mechanism, disaster features of these two events as well as its relation to the eastern Maoshan fault zone. In the past two decades, the authors of this book took the Maoshan and the Liyang seismic areas as their research base and the Liyang earthquakes and the eastern Maoshan fault zone as their specific issues of studies. They have finished three projects supported by Jiangsu Seismological Bureau, State Seismological Bureau and Joint Foundation of Seismology, and acquired a number of valuable results.

The book "The Liyang earthquakes and the eastern Maoshan fault zone" summarizes in a systematic manner understanding on the Liyang earthquakes. With comprehensive studies of basic geology, earthquake geology, and active faults, source structure of the Liyang earthquakes and its relation to the regional tectonics and the eastern Maoshan fault zone are described, Section 1 and 2 address the problems on the prediction of the Liyang earthquakes, seismicity, intensity and seismic disasters. New insights on the tectonic type and mechanism of Liyang earthquakes and the relationship between the two events are given. Section 3 is concerning with the Cenozoic stratigraphic sequence of the Maoshan area. In particular the extension thin-skinned structures of the Maoshan is revealed by investigations. The neotectonics and recent tectonics, deep structures, the Cenozoic basalt and seismotectonic environment are also analysed. Section 4 depicts distribution of the eastern Maoshan fault zone and its geometrical features as well as its activities in Cenozoic by using a lot of field observations, figures and testing data. It is suggested that the eastern Maoshan fault zone is a brittle-ductile shear zone extending to the depth of upper mantle which controls generation and evolution of the Cenozoic eastern Maoshan rifting basin as well as seismogenic process. In section 4 other problems such as tectonic stress field, average slip rate, and recurrence intervals of earthquakes are also discussed.

60 years have been passed since the book "Geology of Maoshan Mountain" by Prof. Li Yuyao and Zhu Sen was published in 1935. This new book provides systematic data and updated understanding on the basic geology, seismotectonics, active faults, earthquake risk and earthquake prevention and disaster reduction of the Maoshan area which have wide application significance.

The authors of this book are the primary participants of in-situ field observations and prediction practice to the Liyang earthquakes. They have also performed long term research of geology, earthquakes and the Maoshan fault zone. During the last 20 years they have made great efforts with little considering reward under the case of limited financial supports. In order to publish this book they have done their best to get help as much as possible. Congratulations should be given and hope that this book will play an active part in the future research work

Ding Guoyu

March 1996

前 言

茅山山脉(东经 $118^{\circ}05'$ ~ $119^{\circ}21'$, 北纬 $30^{\circ}53'$ ~ $31^{\circ}55'$)位于宁镇山脉南侧,与宁镇山脉呈“弓矢”形。茅山山脉北起镇江宝坨,向南南西延伸,经句容与金坛、溧水与溧阳、高淳与宣城之间,止于青弋江,与皖南山区隔盆相望,长134 km,宽2~14 km,山体呈“S”形展布,海拔高100~400 m,最高峰丫吉山高410 m。主峰顶宫是我国著名道教胜地,西麓南镇街是新四军纪念馆所在地,现已成为重要旅游区。山脉东侧属太湖平原区,海拔3~4 m。

茅山山脉是我国地质调查最早地区之一,著名地质学家李四光(1929),将其作为宁镇反射弧脊柱。1930~1934年李毓尧、朱森首次进行系统调查,编著《茅山山脉地质》一文,首先提出层状逆掩断层的概念,茅山砂岩、茅山运动亦取名于此。1949年之后,随着地质普查和找矿工作广泛开展,地质、石油、煤炭、冶金和化工等系统及科研、教学等单位,做了大量地质工作。翁臻培(1960)著有《茅山地区第四纪沉积与新构造运动表现的初步观察》,江苏地质局区域地质调查大队(1964)完成了1:20万常州幅区域地质调查,提供了系统的区域地质资料,发现小尖山飞来峰,首次将茅山山脉两侧断裂分别命名为茅山东侧断裂和茅山西侧断裂,其间厘定为“多字型”构造。70年代江苏省煤勘团在高淳花山找煤,钻孔揭示茅山中段西侧为北北东走向、南东倾的大逆掩断层。80年代围绕茅山山脉是否生根开展了剧烈争论。1982~1991年江苏省地质矿产局(原为江苏省地质局)第二地质大队、区域地质调查大队(现为江苏地质调查所)和南京地质学校,在茅山地区完成了1:5万区域地质调查,为该区地质研究提供了大量基础资料。

茅山地区地震工作,始于1971年,江苏省地震大队(现称江苏省地震局)曾开展地震监测预报,编制了苏浙皖沪地震烈度区划图等。1973~1974年依据地震活动性、地震构造和小震活动势态分析,对1974年溧阳5.5级地震作了较好的中期预报。溧阳5.5级地震后,国内诸多地震部门对该地震进行了野外考察,较早对该地区进行地震地质调查的有竺清良、裘然忠和孙寿成等。为加强茅东断裂带和溧阳老震区震情监测,该区先后建立了溧阳地震台(1974)、高淳地震台(1978)、镇江地震台(1979)、溧水地震台(1978)、溧阳南渡测报点(1974)和镇江船山水化台等。国家地震局编制的《中国地震危险区划图》(1978),将溧阳上沛—南渡划为5.5级地震危险区。江苏省地震局1974~1978年度省地震趋势会商会都指出“茅山断裂带两侧中强地震背景依然存在,需要加强监测工作”,对1979年溧阳6.0级地震作了较好的中期预测。溧阳5.5级、6.0级地震后,省内外地震地质等科研人员深入现场进行宏观考察和震情监测,在以上工作的基础上,高中和等(1980)编写了《江苏省地震震例总结(1974~1977)》、江苏省地震局(1980)编印了《一九七九年溧阳六级地震总结》。

溧阳两次地震后,国家地震局和江苏省地震局十分重视该区地震地质研究和震情监测,曾于1983年、1986年分别下达“茅山断裂带研究”和“茅山断裂带地震地质条件与地震关系研究”课题,主要参加工作的有胡连英、孙寿成、高中和、李起彤、姜刚仁、竺清良、朱永正、秦承昌、季幼庭、徐映深、张大其、丁政、李端璐、张治天、庄明龙等。应邀参加者有周师立。在完成以上两研究课题之后,胡连英、孙寿成等在《地震学刊》上发表了《茅山地震地

质专辑》(1989,《地震学刊》2期),将茅山地区地震地质研究提到了一个新的层次和高度。

1990年,地震科学联合基金会批准了“茅山断裂带断层运动与溧阳地震成因机理研究”课题的资助,课题负责人胡连英,参加人员徐学思、孙寿成、周师立、尤兰,应邀参加部分工作的有刘伯龄、吕志昌、高祥林、杨达源、陈晓明等,采用多学科、多手段、新技术、新方法,对茅山基础地质、地震地质及茅东断裂带逐段进行徒步追索观察、开挖槽探,采集各类标本和样品进行年代学,显微、超显微变形构造和组构、磁组构、岩石化学、电子探针等分析,累积了大量的实际资料,先后发表了12篇论文,引起国内同行关注。

与此同时,省内外广大地震、地震地质等科研人员,对溧阳地震和茅山地区地震地质研究,颇感兴趣,他们从地震学、地震预报、地震前兆、地球物理、地震地质、地震工程、地震对策和地震社会学等方面,进行广泛深入研究,发表近百篇文章。江苏地震学会于1989年在南京召开了溧阳地震工作(1979~1989)学术讨论会,徐玉明等主编有《溧阳地震工作文集》。

《溧阳地震与茅东断裂带》的完成和出版,不仅浸透了作者的多年心血,同时也是集体劳动成果的结晶。

全书分四篇21章,前言和结语由胡连英执笔,第一、二篇由胡连英、孙寿成执笔,第三篇由胡连英、徐学思、周师立执笔,第四篇由胡连英、周师立、尤兰执笔。胡连英任主编。

书稿承蒙程德利研究员、贺楚儒研究员审阅第一、二篇,黄钟瑾教授、唐锦铁副研究员分别审阅第三篇,朱书俊副研究员、周新民教授分别审阅第四篇。他们提出了宝贵的修改意见。图件由冯淑美、季锦玉清绘。全书微机录入由徐秀蕾完成。

目 录

前 言

第一篇 溧阳 5.5 级地震

第一章 地震概况	(1)
1.1 预测预报	(1)
1.2 震情监测	(2)
第二章 地震活动性	(3)
2.1 地震基本参数	(3)
2.2 地震序列特征	(4)
2.3 震源机制	(8)
2.4 震前地震活动	(10)
第三章 地震烈度	(15)
3.1 划分等烈度线的依据	(15)
3.2 各烈度区特点	(16)
第四章 震 害	(20)
4.1 震区主要房屋的分类	(20)
4.2 震害类型	(21)
4.3 各类房屋的破坏及其原因	(22)
4.4 构筑物的震害	(23)
4.5 抗震措施	(23)

第二篇 溧阳 6.0 级地震

第一章 地震概况	(25)
1.1 预测预报	(25)
1.2 震情监测	(28)
第二章 地震活动性	(30)
2.1 地震基本参数	(30)
2.2 地震序列特征	(32)
2.3 震源机制	(36)
2.4 震前地震活动	(41)
第三章 地震烈度	(50)
3.1 划分等烈度线的依据	(50)
3.2 各烈度区特点	(50)
3.3 建筑物破坏的方向性	(55)

3.4	地震烈度与场地条件	(59)
第四章	震 害	(66)
4.1	震害指数调查	(66)
4.2	工业建(构)筑物及设施(备)	(68)
4.3	水利工程	(72)
4.4	房屋	(74)
第五章	震源构造	(78)
5.1	地震震中	(78)
5.2	地震破裂特征	(80)
5.3	震源体形态	(83)
5.4	震源构造	(86)
5.5	两次地震关系	(88)
第六章	动力学模型和构造应力状态	(91)
6.1	宁镇宜溧地区现今应力场	(91)
6.2	茅山活动构造应力状态的数值模拟	(93)
6.3	茅东裂陷盆地与溧阳地震数值模拟	(97)

第三篇 茅山地震地质

第一章	地 层	(103)
1.1	中元古界埤城群	(103)
1.2	第三系	(107)
1.3	第四系	(113)
第二章	构造	(124)
2.1	茅山薄皮山脉	(124)
2.2	茅东裂陷盆地	(128)
2.3	形成机制	(130)
2.4	有关问题讨论	(133)
第三章	新构造和现代构造	(136)
3.1	新构造	(136)
3.2	现代构造	(141)
第四章	深部构造	(144)
4.1	地壳主要构造面	(144)
4.2	深断裂带	(145)
4.3	基底构造层变形构造	(147)
第五章	新生代玄武岩	(151)
5.1	空间展布	(151)
5.2	喷发旋回划分及其特征	(153)
5.3	岩石学特征	(154)
5.4	化学特征	(157)

第六章 地震构造环境	(158)
6.1 区域地质概况	(158)
6.2 区域地震活动	(163)

第四篇 茅东断裂带

第一章 断裂带展布	(171)
1.1 地表展布	(172)
1.2 断裂带分段	(176)
第二章 断裂带运动学	(183)
2.1 地质标志	(183)
2.2 地貌学标志	(183)
2.3 显观构造标志	(188)
2.4 显微构造和组构	(193)
2.5 断层泥特征	(198)
第三章 断裂带含幔源包体玄武岩	(216)
3.1 玄武岩一般特征	(216)
3.2 超镁铁质岩包体及捕虏体	(219)
3.3 矿物化学特征	(223)
3.4 微量元素化学特征	(228)
3.5 显微构造和组构特征	(233)
3.6 源区及形成的温、压条件	(236)
3.7 区域原始上地幔成分及其熔融程度的估算	(240)
3.8 断裂带上地幔流变状态探讨	(241)
第四章 断裂带构造应力分析	(246)
4.1 新构造期构造应力场	(246)
4.2 现代构造应力场	(250)
4.3 现今构造应力场	(252)
4.4 构造应力场特征	(254)
第五章 断裂带地震活动特征	(258)
5.1 地震活动特征	(258)
5.2 中强地震平均重复间隔	(259)
结 语	(265)
参考文献	(267)
附录1 下扬子地区地震目录 ($M_s \geq 4.7$)	(272)
附录2 溧阳 5.5 级地震序列目录 ($M_s \geq 1.0$)	(274)
附录3 溧阳 6.0 级地震序列目录 ($M_s \geq 1.0$)	(277)
图 版	

CONTENTS

Preface

Part 1 The earthquake of magnitude M_s 5.5 in Liyang country

Chapter 1	Seismic outline	(1)
1.1	Prediction and forecasting	(1)
1.2	Earthquake monitoring	(2)
Chapter 2	Seismic activity	(3)
2.1	Seismological parameters	(3)
2.2	Characters of seismic sequence	(4)
2.3	Earthquakes mechanism	(8)
2.4	Pre-seismic activities	(10)
Chapter 3	Seismic intensity	(15)
3.1	Basis for the classifying isoline of seismic intensity	(15)
3.2	Characters of each intensity area	(16)
Chapter 4	Seismic disaster	(20)
4.1	Classification of buildings in seismic region	(20)
4.2	Type of seismic disaster	(21)
4.3	Destroy of each type of building and its reasons	(22)
4.4	Seismic disasters of structure	(23)
4.5	Anti-earthquake measures	(23)

Part 2 The earthquake of magnitude M_s 6.0 in Liyang country

Chapter 1	Seismic outline	(25)
1.1	Prediction and forecasting	(25)
1.2	Earthquake monitoring	(28)
Chapter 2	Seismic activity	(30)
2.1	Seismological parameters	(30)
2.2	Characters of seismic sequence	(32)
2.3	Earthquakes mechanism	(36)
2.4	Pre-seismic activities	(41)
Chapter 3	Seismic intensity	(50)
3.1	Basis for the classifying isoline of Seismic intensity	(50)
3.2	Characters of each intensity area	(50)
3.3	Direction of building destroy	(55)
3.4	Seismic intensity and site conditions	(59)

Chapter 4	Seismic disaster	(66)
4.1	Investigation of seismic disaster index	(66)
4.2	Industrial building (structure) and facilities (equipment)	(68)
4.3	Water conserancy projects	(72)
4.4	Houses	(74)
Chapter 5	Structure of seismic source	(78)
5.1	Epicentre	(78)
5.2	Seismic rupture characters	(80)
5.3	Shape of seismic source	(83)
5.4	Source tectonics	(86)
5.5	Relations between two earthquakes	(88)
Chapter 6	Dynamic model and structural stress states	(91)
6.1	Present stress field in Nanjing-Zhenjiang and Yixing-Liyang	(91)
6.2	Numerical stimulation on stress states of Maoshan active structure	(93)
6.3	Numerical stimulation on the rift basin in eastern Maoshan and Liyang earthquake	(97)

Part 3 Maoshan seismic geology

Chapter 1	Stratigraphy	(103)
1.1	Middle Proterozoic Picheng Group	(103)
1.2	Tertiary system	(107)
1.3	Quaternary system	(113)
Chapter 2	Tectonics	(124)
2.1	Maoshan thin-skinned mountain	(124)
2.2	Rift basin in the eastern Maoshan	(128)
2.3	Forming mechanism	(130)
2.4	Discussions	(133)
Chapter 3	Neotectonic and recent tectonics	(136)
3.1	Neotectonics	(136)
3.2	Recent tectonics	(141)
Chapter 4	Deep structural	(144)
4.1	Main structural surface in the crust	(144)
4.2	Deep fault	(145)
4.3	Deformational structure in the basement tectonic layer	(147)
Chapter 5	Cenozoic basalt	(151)
5.1	Space distribution	(151)
5.2	Classification of eruption cycles and their characters	(153)
5.3	Petrological characters	(154)
5.4	Chemical characters	(157)