

峡东工程地震

李安然 曾心传 严尊国 等 著

地震出版社

地震科学联合基金资助

峡东工程地震

李安然 曾心传 严尊国 等 著

地震出版社

1996

内 容 提 要

本书是我国重要工程建设地区——长江三峡东段长期工程地震工作的阶段性总结。通过地震监测、地质构造、地球物理和地震工程等多学科的合作研究,探讨了三峡及外围区域的地震活动性、地震构造环境和地震危险性等问题,并列举了清江隔河岩、长江三峡链子崖、黄腊石地质灾害体和黄石长江大桥等工程场址的地震危险性分析结果。

本书内容广泛,资料丰富,可供地质、地震、地球物理和地震工程等专业的科技人员和大专院校师生参考。

峡东工程地震

李安然 曾心传 严尊国 等 著

责任编辑:朱向军 王 伟

责任校对:庞娅萍

*
地 震 出 版 社 出版

北京民族学院南路9号(100081)

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 14 印张 8 插页 355 千字

1996年4月第一版 1996年4月第一次印刷

印数:0001—1000

ISBN 7-5028-1321-7/P·813

(1726) 定价:25.00 元

前 言

峡东即长江三峡东段,包括鄂西秭归至宜昌间的西陵峡区,是我国重要水电水利工程建设地区之一。自70年代以来,围绕着长江三峡工程的地质和地震问题,在以往大量地质勘查和地震监测的基础上开展了包括地震活动性、地震地质、地震烈度鉴定和地震危险性分析工程地震工作,逐步形成了一套完整的、有地区特色的研究思路,积累了相当丰富的科研资料。

工程地震是现代地震学中为工程建设服务的一个分支学科,主要是研究地震时地表运动及其效应,为工程建设场地提供抗震设计的有关参数。因此,工程地震的研究范围很广,其中包括地震活动性观测研究、地震宏观考察、强地震观测与近场地面运动分析、地震区划和地震危险性评定以及抗震措施制定等方面,它是地震学、地质学和地震工程学结合起来形成的一门新的研究领域。本书作为区域性工程地震的综合论著,根据峡东地区地震-地质环境的具体特点和工程地震研究工作开展现状,主要侧重于区域地震活动性及孕震总体构造环境条件分析、潜在地震活动的预测、地震危险性评定和有关参数的估算等。峡东及其邻区是大陆板块内中等强度的地震活动区,地震发生频度相对较低,时空分布不均匀性显著,地表地震构造形迹缺乏,因此在研究这一地区工程地震问题时不能仅拘泥于常用的一般性方法。本书倡用了一系列适合于这一地区的研究思路和方法,诸如展拓地震活动性研究的时空范围及划分地震小区(带)来研究地震活动的非均匀性特征,依据构造-地球物理学(Tectono-geophysics)观点综合分析地壳三维动态的地震构造总体环境(Entire sesmotectonic environment),以及局限地震观测条件下的地震空间参数的测定和地震衰减问题的研究等,为探索长江三峡工程区地震构造关系、潜在震源区判定和地震危险性分析开辟了新的途径。

“七五”期间,作者等完成了“鄂西三峡地区地震区划”项目^②,该项目在全面总结、分析长江三峡地区近30年的地质、地震研究成果的基础上,深入开展了地震活动、地壳表层和深部构造、新构造与活断层以及地震动衰减等专题研究,通过地震构造总体环境分析、遥感判译、模式识别等多种途径预测潜在震源区,编制完成50年期限超越概率为10%的地震烈度区划图。本书以这一项目研究成果为基础,充分利用了国家地震局地震研究所长期在三峡地区地震研究的成果,其中主要是“七五”期间国家科委、国家地震局设立的课(专)题及近几年完成的一些工程地震研究项目,如:“鄂西秭归盆地周缘构造特征、断裂活动性与区域中强地震的构造环境研究”^③、“长江三峡链子崖、黄腊石地质灾害

① 执笔:李安然。

② 鄂西三峡地区地震区划(1987—1991),系国家地震局“七五”“重点地区地震区划图”项目之一,主要研究人员有李安然、严尊国、龚平、张飞飞、王清云、陈步云、徐孝文、李愿军、耿爱玲、周明礼、申重阳、薛军蓉、李普丽等。曾心传参加了课题前期准备和部分工作。

③ 鄂西秭归盆地周缘构造特征、断裂活动性与区域中强地震的构造环境研究(1987—1989),系“七五”三峡科技攻关子课题(75-16-02-01-03),主要研究人员有李安然、韩晓光、刘忠书等。

体工程地震研究”^①等。书中还援引了周明礼等负责完成的“清江隔河岩水利枢纽工程地震综合研究”和刘锁旺等负责完成的“黄石长江公路大桥场址工程地震研究”中的有关结果。

本书分为三篇共十六章，其中第一篇（地震活动性）由严尊国执笔，第二篇（地震构造）由李安然、陈步云、王清云、徐孝文、李愿军等撰写，第三篇（地震危险性分析）由曾心传、龚平、秦小军完成。李安然负责总体设计、章节构思和全书统汇、定稿等。张飞飞承担了书中部分原图的清绘工作。

《峡东工程地震》是长江三峡地区工程地震研究工作的一个阶段性总结。随着国家建设的发展，这一地区的工程地震研究必将深化和提高。我们期望这本专著能作为峡东地区工程地震研究进程中的一块基石，同时也能为其他地区性工程地震研究和我国工程地震学新的发展起到促进作用。

最后，衷心感谢所有帮助本书出版和为本书提供资料的同志。

本书出版得到地震科学联合基金会的部分资助。

① 长江三峡链子崖、黄腊石地质灾害客体工程地震研究（1989—1990），主要参加者有李安然、秦小军、严尊国、王清云、韩晓光、陈步云、徐卓民、于品清、周明礼、薛宏交、申重阳、张柯、胡淑香、宋明英等。

目 录

前言	
第一篇 地震活动性	
第一章 概述	(1)
第一节 地震活动性研究在工程地震中的作用	(1)
第二节 地震活动性研究的思路与方法	(2)
第二章 地震资料	(4)
第一节 中强地震资料	(4)
第二节 台网观测地震资料	(7)
第三章 华中区地震活动性背景	(14)
第一节 地震活动的基本特征	(15)
第二节 地震活动的空间图象	(15)
第三节 地震活动的时间进程	(16)
第四节 地震活动的中长期背景	(22)
第四章 峡东地区地震活动性	(24)
第一节 地震区带的划分	(24)
第二节 地震活动的时间特征	(28)
第二篇 地震构造环境	
第五章 地震构造研究的思路和方法	(34)
第一节 峡东地区地震构造特点	(34)
第二节 地震构造总体环境及其研究方法	(34)
第三节 活断层研究思路	(36)
第六章 地表地质构造特征	(39)
第一节 区域地质构造轮廓	(39)
第二节 地表断裂构造及其活动性	(42)
第七章 地球物理场与地壳深部结构	(58)
第一节 区域重力场与深部密度界面的特征	(58)
第二节 航磁异常场与深部磁性体结构特征	(62)
第三节 地壳波速结构特征	(68)
第四节 深部构造特征及其与地震的关系	(76)
第八章 地形地貌与现代构造形变	(79)
第一节 地形地貌	(79)
第二节 地壳形变测量	(84)
第九章 线性破裂构造的卫星影象特征	(91)
第一节 峡东地区线性构造特征	(91)

第二节 线性破裂与活动构造	(95)
第三节 线性破裂与地震	(98)
第十章 构造应力场与发震构造	(101)
第一节 中、新生代构造应力场的演化	(101)
第二节 新构造期的应力环境	(103)
第三节 活动构造与地震	(107)
第十一章 区域中强地震的构造条件及其环境标志	(109)
第一节 5 级左右中强地震的构造环境条件	(109)
第二节 6 级以上强震的构造环境条件	(115)
第十二章 区域地震构造环境总体评述	(120)
第一节 地壳构造特征	(120)
第二节 区域地震构造环境	(128)
第三篇 地震危险性分析	
第十三章 峡东地区的潜在地震活动性	(136)
第一节 潜在地震活动性的预测思路和方法	(136)
第二节 潜在震源区及其判识依据	(139)
第三节 潜在震源区的地震活动性参数	(141)
第十四章 地震烈度和峰值加速度衰减	(146)
第一节 概述	(146)
第二节 利用原始烈度资料回归的衰减关系	(147)
第三节 加权回归的烈度衰减规律	(149)
第四节 烈度衰减的其他回归方法	(152)
第五节 峰值加速度衰减规律	(168)
第六节 华中南地区烈度和峰值加速度衰减规律的特征	(172)
第七节 加速度反应谱的衰减规律	(173)
第十五章 峡东及邻区的地震危险性评定	(177)
第一节 概述	(177)
第二节 隔河岩大坝场址的地震危险性分析	(178)
第三节 链子崖、黄腊石地质灾害体场址的地震危险性分析	(189)
第四节 黄石长江大桥场址的地震危险性分析	(193)
第十六章 基岩人工地震动的合成	(201)
第一节 基岩人工地震动的合成方法简述	(201)
第二节 两个典型工程场址的人工地震动合成结果	(205)
参考文献	(209)
野外照片	(213)

Contents

Preface

Part I Seismic Activity

Chapter 1 A Brief Description of Seismic Activity	(1)
1. The Action of Studying in Seismic Activity to Engineering Seismology	(1)
2. Clue and Method of Studying Seismic Activity	(2)
Chapter 2 Seismicity Data	(4)
1. Moderately Strong Earthquake Data	(4)
2. Observed Earthquake Data	(7)
Chapter 3 Seismic Activity Background in Central China	(14)
1. Main Characteristics of Regional Seismicity	(15)
2. Spatial Pattern of Regional Seismicity	(15)
3. Time Dependent Processes of Regional Seismicity	(16)
4. Long-term and Medium-term Background of Regional Seismicity	(22)
Chapter 4 Seismic Activity in the Eastern Yangtse-Gorges	(24)
1. Subdivision of Seismic Zone in the Region	(24)
2. Time Characteristics of Seismic Activity	(28)

Part II Seismotectonic Environment

Chapter 5 Clue and Method of Studying Regional Seismotectonic Environment	(34)
1. Some Characteristics in Seismotectonic Environment	(34)
2. Implication of Entire Seismotectonic Environment and Its Study Method	(34)
3. A Clue to Studying Active Fault	(36)
Chapter 6 Geotectonic Features on the Earth's Surface	(39)
1. Regional Framework of Geotectonics	(39)
2. Surface Faults and Their Relation to Seismicity	(42)
Chapter 7 Geophysical Field and Deepstated Crust Structure	(58)
1. Regional Gravity Field and Deepstated Density Interfaces	(58)
2. Airborn Magnetic Field and Deepstated Magnetic Structure	(62)
3. Crustal Structure of Seismic Velocity	(68)
4. Deepstated Structure Characteristics and Its Relation to Seismicity	(76)
Chapter 8 Geomorphic Feature and Recent Tectonic Deformation	(79)
1. Landform and Morphstructure	(79)
2. Crustal Deformation Measurement	(84)
Chapter 9 Satellite Image Feature of Linear Fractures	(91)
1. Linear Fracture Feature in the Eastern Yangtse-Gorges	(91)

2. Linear Fractures and Active Faults	(95)
3. Linear Fractures and Seismic Activity	(98)
Chapter 10 Tectonic Stress Field and Seismogenic Structure	(101)
1. Evolution of Tectonic Stress Field in Meso-Cenozoic Era	(101)
2. Neotectonic Stress Environment	(103)
3. Active Structure and Seismic Activity	(107)
Chapter 11 Tectonic Conditions of the Regional Moderate and Strong Earthquakes and Their Environment Signs	(109)
1. Tectonic Environment of Moderately Strong Earthquakes ($4\frac{3}{4} < M < 6$)	(109)
2. Tectonic Environment of Strong Earthquakes ($M > 6$)	(115)
Chapter 12 Summary Commentary on the Regional Seismotectonic Environment Conditions	(120)
1. Characteristics of Crustal Structure	(120)
2. Regional Seismotectonic Environment	(128)
Part III Seismic Risk Analysis	
Chapter 13 Potential Seismicity in the Eastern Yangtse-Gorges	(136)
1. Prognostication Clue and Method of the Potential Seismicity	(136)
2. Potential Seismic Focus Areas and Their Basis of Determination	(139)
3. Seismic Parameters of Potential Seismic Focus Areas	(141)
Chapter 14 Attenuational Character of Seismic Intensity and Peak Acceleration	(146)
1. A Brief Description of Intensity and Peak Acceleration Attenuation	(146)
2. Attenuation Relationship from Fitness of Original Intensity Data	(147)
3. Intensity Attenuation Regular Through Weighting and Fitness	(149)
4. Discussion of the Other Fitness Methods for Intensity Attenuation	(152)
5. Attenuation Regular of Peak Acceleration	(168)
6. Attenuational Character of Intensity and Acceleration in Central and Southern China	(172)
7. Attenuation Regular of Response Spectrum of Acceleration	(173)
Chapter 15 Seismic Hazard Evaluation of the Eastern Yangtse-Gorges and Its Vicinity	(177)
1. A Brief Description of Seismic Hazard Evaluation	(177)
2. Seismic Hazard Analysis of the Site of Geheyan Dam of the Qingjiang River	(178)
3. Seismic Hazard Analysis of the Site of Geologic Hazard Masses at Lianziya Cliff and Huanglashi Landslides	(189)
4. Seismic Hazard Analysis of the Site of Yangtse Bridge at Huangshi	(193)
Chapter 16 Composite of Man-made Ground Motion on Base Rock	(201)
1. A Brief Description of the Methods of Man-made Ground Motion on Base Rock	(201)

2. Results of Ground Motion of Two Typical Engineering Sites	(205)
References	(209)
Phyotos	(213)

第一篇 地震活动性^①

第一章 概 述

第一节 地震活动性研究在工程地震中的作用

地震活动性是地震发生的空间、强度随时间演化规律的特性。它主要是通过地震事件本身的特征来描述。

大量事实说明，地震是构造的产物，地震活动性具有显示构造及其动力的能力，无论是中小地震，还是大地震，一定区域的地震活动空间分布图象基本上都展示出各自所特有的地震构造特征。不是所有的地方都可能发生强震，强震发生需要具备一定的构造条件。通过地震活动性能够研究构造及其动力，反过来，通过对地壳构造及其动力规律的认识同样可能推测强震发生的地点。

一般讲，地质时期的构造活动是指时间尺度较长的大规模地壳运动，而地震活动性显示的构造特征是反映最新地质时期具有继承性的构造活动的最新片段。作为构造的产物，地震活动会在一些地方重复发生。我国有史记载的资料中普遍存在着历史地震重复发生的证据，近来对古地震的探查也发现许多大地震有原地重复发生的地质证据。这些资料说明地震活动具有“重复性”，它是构造活动继承性的反映。正因为如此，早期地震区划中将历史地震重演作为区划的基本原则。

地震活动具有“重复性”，但是重复发生的时间是不确定的。现今研究表明，地震活动有活动期和相对平静期交替出现的现象，即“周期性”。不同地区这种周期的时间尺度存在差异，地球板块边缘的地震活动周期大约为 30—40 年，板块边缘向板块内部过渡的地区大约为 100 年左右，板块内部大约为 300 余年或更长的时间。地震活动“重复性”很大程度上受这种周期性的控制，尤其是大地震。我国的地震史料是十分丰富的，但相对地震活动的周期来讲，地震资料的时间长度仍然是十分有限的。因此，在一些历史上没有强震记载的地区发生了“新的”强震。很显然，单一地震活动“重复性”的原则不能满足研究的需要，尤其在地震活动周期较长、地震史料有限的地区，需要着重考虑这种“新生性”。

从工程地震的角度看，一切人类工程建筑设施都不是永存的，不同工程建筑设施有不同的工程寿期，我们关心的是在工程寿期内可能遭受的最大强度地震情况。有些地区地震重复性周期较长，最近几年或几十年前已经发生过该区最大或接近最大强度的地震，那么即使将来还可能重复发生类似地震，其发生的时间也可能远远超过工程寿期，对于工程抗

① 执笔：严尊国。

震工作就没有必要再去考虑,这就是所谓从工程抗震角度的强震活动“免疫性”。

上述地震活动“新生性”和“免疫性”实际上是在地震“重复性”中考虑了时间的影响,包括地震活动和工程寿期两个方面的时间性。我国第二代地震区划图编制中提出“以对百年内可能发生的各个地震的位置与大小的预测为基础,综合评定各地可能遭受的最大烈度”的编图原则就依据了这一思想。但是地震预测尚处在探索阶段,地震发生时间存在着非平稳性,预测结果的不确定性很大。另一方面,工程抗震要求的时间尺度不是千篇一律的,需要一种随时间可变的地震危险性评定。随着地震科学的发展,应用地震预报研究成果,吸收均匀概率法的优点,采用考虑到地震时、空不均匀性的综合概率法来研究工程地震的危险性评定已经广为开展。这项工作的主要基础之一就是详细的区域地震活动性研究。全面了解区域地震活动性的规律,在研究区域地壳动力作用的基础上,合理划分区域地震区带,判定具有工程意义的地震危险区。同时根据地震活动时间涨落的特征,预测未来不同时间尺度的地震趋势及可能遭受地震的最大强度,为地震危险性的综合评价,为工程抗震提供以地震资料为基础的科学依据。

第二节 地震活动性研究的思路与方法

工程地震中的地震活动性研究本质上是中长期和长期地震预报研究,它主要是追踪地震孕育过程中弹性应变和应变能的积累过程。其基本研究思想可以概括为“块、带、源、场”的研究。大陆地壳是由大小不同级别的块体嵌套而成(即“块”),各构造块体之间的边界带,即构造带,在地球动力因子作用下,出现挤压、拉张、扭曲、错位等多种力学性质的相对运动。这些边界带是集中反映这种运动的剪切带、形变带、应力应变集中带、地球物理和地球化学等异常带,也是地震活动带(即“带”)。在边界带上摩擦强度大的、阻挡构造块体运动的地段,或者在块体内部不均匀结构的一些特殊部位形成多个应力应变能量易于集中的区域,这些区域就是可能孕育地震的震源区(即“源”)。随着构造活动的持续,应力应变的积累,形成不断变化和增强的构造应力场和震源应力场(即“场”),在这种区域应力场的作用下,有些“源”区可能发展为孕震区,有些则为可能反映应力场变化的敏感区。工程地震的地震活动性研究就是考察研究区域中的这些“块、带、源、场”,通过地震活动时空强图象的演变过程分析,判定可能的“源”,并根据近期活动规律和特点推断未来的地震趋势。

研究地震活动时空强图象的演变过程是目前地震活动性研究的主要方法。它是以一定空间范围为研究区域单元,以历史地震记载和近代地震仪器记录所提供的地震目录为研究的主要基础资料,在一定物理基础上通过大量地震资料总结经验性规律的统计方法。既然是经验性规律的统计方法,毫无疑问,区域单元划分,统计区、统计样本和震级下限等参数合理的选取,对地震活动性的认识有直接的影响。

峡东地区是一个不大的区域范围,区内地震资料十分有限,本身就存在不可逾越的局限。另一方面,小区域范围的地震活动必然受到较大范围地震活动时间涨落和空间分布规律的制约,即背景性制约。因此,峡东地区的地震活动性研究必需展拓研究空间范围,在大区域地震活动背景认识的基础上合理选择具有统计功能的相对独立的地震研究区。现今研究表明,我国大陆东部可以划分为三个近乎纬向的地震区^[1]。峡东地区归属于其中的

华中地震区（亦称长江中下游地震区，以下简称华中区），是华中区西部区域的一部分。鉴于这些认识，下文首先对华中区地震资料和地震活动的分区、分期问题作必要的讨论，在背景性认识的基础上，再具体阐述峡东地区的地震活动性。

第二章 地震资料

地震资料是地震活动性研究的基础,地震资料的完整程度和其参数的可信度决定了研究结果的合理性和可靠性。目前地震活动性研究中比较常用的资料主要是地震目录。根据研究目的的不同,需要在虑及地震资料完整程度和参数可信度的基础上审慎地核定汇编不同起始时间、区域范围和震级下限的地震目录。

根据研究的目的,地震目录资料分为中强地震目录和现代地震台网目录。

第一节 中强地震资料

中强地震资料按其获取和记载的方式分为两类,一类是近代仪器观测资料,另一类是根据史记、志书等文献记载,经考证查实的地震资料。从时间上,前一类大致起始于本世纪 60 年代,资料较完整,地震参数相对准确;后一类在峡东地区可以追述到公元前 143 年,由于大多数史料记载的地震情况比较笼统,文字的详细程度和理解判定差距较大,地震参数有较大的不确定性。1987 年国家地震局为做好全国新的地震区划图工作成立“中国地震简目编辑组”,在全面汇总各地区新的研究结果的基础上,进一步考证,综合厘定参数,1988 年统一编辑公布了《中国地震简目》(公元前 780 年—公元 1986 年)。

表 2-1 给出了峡东地区及邻区的中强地震简目(公元前 143 年—公元 1991 年, $M \geq 4.7$)。表中除了引用《中国地震简目》和补充 1986 年以后的资料外,还列出了文献[8]中早期的少量地震资料作为参考(表中记为“*”号),以期能对该区较长时间尺度的地震概貌有个较全面的了解。图 2-1 给出了峡东地区及邻区中强地震分布图。

由于地震史料记载十分有限,历史地震目录极不完整。考虑到历史文化发展的情况,该目录大致估计公元 1400 年后 $M \geq 5\frac{1}{2}$ 级地震记载才略为完整。总体上讲,历史地震目录能够描述约 600 年来的区域强震活动概况,并笼统地反映出峡东及邻区是一个地震活动水平不高的区域。区域内最大地震是 1631 年 8 月湖南常德 $6\frac{3}{4}$ 级地震。

表 2-1 峡东及邻区中强地震简目(公元前 143 年—公元 1991 年, $M \geq 4.7$)

编号	发震时间			震中位置		震级 M	参考地名
	年	月	日	北纬(°)	东经(°)		
1	-143	6	10	32.1	110.1	5	竹山西南
2	46	10	23	33.0	112.5	$6\frac{1}{2}$	南阳
3*	778	—	—	28.1	111.4	$5\frac{3}{4}$	湖北、湖南间
4	788	3	8	32.4	109.9	$6\frac{1}{2}$	竹山西北
5*	788	8	3	32.5	109.2	5	陕西、湖北
6*	999	8	23	29.0	112.0	$5\frac{1}{2}$	湖南、湖北
7*	1310	7	—	31.2	112.2	6	湖北

续表

编号	发震时间			震中位置		震级 M	参 考 地 名
	年	月	日	北纬(°)	东经(°)		
8	1340	7	23	29.0	111.3	$5\frac{1}{2}$	湖南、湖北
9	1351	8	22	30.6	111.9	$4\frac{3}{4}$	枝江北
10	1407	—	—	31.2	112.6	$5\frac{1}{2}$	钟祥
11	1469	11	4	31.2	112.6	$5\frac{1}{2}$	钟祥
12	1470	1	8	30.1	113.2	5	嘉鱼、洪湖间
13	1509	—	—	28.6	112.4	$4\frac{3}{4}$	宁乡、益阳间
14	1516	—	—	29.4	112.0	5	安乡
15	1542	5	22	28.4	112.4	$4\frac{3}{4}$	宁乡
16	1568	4	12	33.1	107.0	5	汉中
17	1568	4	13	33.1	107.0	5	汉中
18	1569	—	—	32.7	109.0	5	安康
19	1575	3	16	29.0	114.0	$5\frac{1}{2}$	修水、平江间
20	1575	6	9	32.7	112.5	$5\frac{1}{4}$	唐河西
21	1603	5	30	31.2	112.6	$5\frac{1}{2}$	钟祥
22	1605	6	8	30.8	113.0	5	钟祥南
23	1620	3	5	31.1	112.7	5	钟祥南
24	1624	10	—	33.2	107.5	$5\frac{1}{2}$	洋县
25	1626	10	8	26.9	109.7	5	会同
26	1628	春		29.0	111.4	$4\frac{3}{4}$	桃源西北
27	1630	夏		30.7	113.5	5	汉川
28	1630	10	14	30.2	113.2	5	仙桃
29	1631	8	14	29.2	111.7	$6\frac{3}{4}$	常德
30	1631	11	1	29.2	111.7	$5\frac{1}{2}$	常德东北
31	1631	11	8	29.3	111.7	$5\frac{3}{4}$	常德、安乡间
32	1632	2	—	27.1	111.1	$4\frac{3}{4}$	隆回
33	1632	—	—	32.4	109.7	5	竹溪
34	1635	10	26	33.2	107.5	$5\frac{1}{2}$	洋县
35	1639	4	15	28.3	112.4	$4\frac{3}{4}$	宁乡西
36	1679	12	11	33.3	109.0	$5\frac{1}{2}$	西安、安康间
37	1710	4	16	27.8	111.3	$5\frac{1}{2}$	新化
38	1717	7	6	29.5	112.0	$5\frac{1}{4}$	安乡
39	1742	—	—	32.1	110.8	5	房县西
40	1785	12	14	29.3	112.3	$4\frac{3}{4}$	安乡
41	1823	8	—	32.6	108.0	5	镇巴
42	1843	3	19	29.3	111.8	$4\frac{3}{4}$	常德西北
43	1850	5	9	29.9	112.0	$4\frac{3}{4}$	公安西南
44	1854	12	24	29.1	107.0	$5\frac{1}{2}$	南川
45	1855	秋		29.3	108.1	$4\frac{3}{4}$	彭水
46	1856	6	10	29.7	108.9	$6\frac{1}{4}$	咸丰

续表

编号	发震时间			震中位置		震级 M	参考地名
	年	月	日	北纬($^{\circ}$)	东经($^{\circ}$)		
47	1863	8	30	29.1	111.7	5	通城、修水间
48	1887	—	—	32.4	111.0	$4\frac{3}{4}$	武当山
49	1906	8	16	29.1	111.7	5	常德
50	1908	—	—	33.5	106.1	5.5	略阳北
51	1931	7	1	30.0	109.0	5	利川
52	1948	2	19	31.9	111.4	$4\frac{3}{4}$	保康
53	1954	2	8	29.6	113.9	$4\frac{3}{4}$	蒲圻
54	1959	9	28	33.0	109.3	5	洵阳
55	1961	8	3	30.3	111.2	4.9	宜都
56	1964	9	5	33.1	110.7	4.9	郧县
57	1967	8	20	32.9	106.7	4.8	南郑西南
58	1969	1	2	31.5	111.4	4.8	保康
59	1973	11	29	32.8	111.6	4.7	淅川
60	1979	5	22	31.1	110.5	5.1	秭归
61	1989	11	20	30.0	106.7	5.2	重庆
62	1989	11	20	30.0	106.7	5.4	重庆

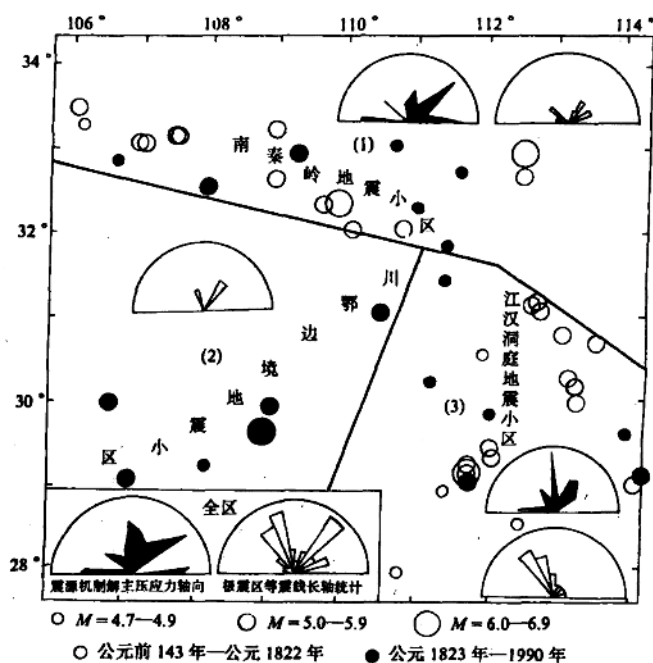


图 2-1 峡东及邻区中强地震分布、地震分区和极震区等震线
长轴、震源机制解主压应力轴向统计

第二节 台网观测地震资料

峡东地区自 1958 年起由中国科学院地球物理研究所开始进行区域地震观测后, 长江流域规划办公室 (现称为长江水利委员会, 简称“长委会”) 经 30 余年的建设、改造和完善, 形成了由 7 个台组成的小型区域地震台网。1970 年以来湖北省地震局为加强这一地区的工作, 先后又建设了一些区域地震台投入观测。至 1991 年, 峡东及邻区共有 17 个地震台, 其中部分台站早期曾先后安装过哈林或维开克地震仪, 现在均已更换设置了 DD-1 或 65 型短周期地震仪。表 2-2 给出了峡东及邻区地震台网目录。

表 2-2 峡东及邻区地震台网目录(1991 年)

编号	台名	北纬	东经	高程(m)	台基岩性	仪器型号	建台时间
1	宜昌	30° 48' 00"	111° 18' 00"	58	砾岩	DD-1	1983
2	钟祥	31° 10' 24"	112° 43' 45"	30	砾岩	D73	1971
3	襄樊	32° 00' 10"	112° 02' 30"	110	石灰岩	DD-1	1984
4	恩施	30° 16' 35"	109° 29' 50"	487	石灰岩	DD-1	1978
5	丹江	32° 33' 11"	111° 31' 30"	125	辉绿岩	DD-1	1969
6	郧县	32° 50' 49"	110° 50' 00"	220	石灰岩	DD-1	1972
7	竹溪	32° 19' 26"	109° 42' 25"	480	泥质板岩	DD-1	1985
8	荆门	31° 01' 38"	112° 11' 21"	89	泥灰岩	DD-1	1990
9	武汉	30° 32' 37"	114° 21' 01"	26	石英砂岩	DD-1	1958
10	二汽	32° 38' 54"	110° 46' 06"	275	片岩	DD-2	1976
11	兴山	31° 13' 50"	110° 45' 20"	200	砂岩	DD-1	1959
12	窑湾	30° 42' 30"	111° 20' 00"	120	砂岩	DD-1	1972
13	下堡坪	31° 02' 24"	111° 09' 24"	920	闪长岩	573	1974
14	周坪	30° 50' 48"	110° 47' 24"	540	砂岩	573	1975
15	三斗坪	30° 48' 30"	110° 00' 36"	120	花岗岩	573	1977
16	渔关	30° 10' 42"	111° 03' 42"	220	石灰岩	573	1979
17	巴东	31° 01' 48"	110° 24' 04"	280	石灰岩	DD-1	1985

由于峡东及邻区地震台网 30 年来几经发展和变迁, 观测仪器不断更新, 环境条件也在不断变化, 使得在不同时段台网测震控制能力亦相应随之改变。一般讲, 根据地震记录图上的最小可辨振幅和观测仪器的放大倍率可以粗略地估算台网的测震监控能力。该区台站的实际记录图上, 超过噪声两倍的可辨最小振幅大约为 1.0mm, 按照近震记录 S 波和 P 波振幅的统计平均比值为 1.4—1.5 倍, 取 S 波振幅 1.5mm 可以推算给定震级的单台监控范围, 那么三个以上台站都能监控的有效区域则作为台网的有效控制能力区。峡东及邻区台网在 1971 年以前能够监控 $M_L \geq 2.0$ 级地震的区域范围十分有限, 1972 年以后才逐步有所扩大, 现在峡东地区基本上达到能较好地控制监测 $M_L \geq 2.0$ 级地震, 大部分区域可以监控到 $M_L \geq 1.5$ 级地震。图 2-2a、b 分别给出了目前峡东地区监测 $M_L \geq 2.0$ 级及 $M_L \geq 1.5$ 级地震的台数分布情况。