

美国新马德里地区 地震灾害损失预测研究

〔美〕 Ben-Chieh Liu 等 著

国家地震局震害防御司 译



地震出版社

美国新马德里地区 地震灾害损失预测研究

[美] Ben-Chieh Liu 等 著
国家地震局震害防御司 译

地震出版社

1993

(京)新登字 095 号

内 容 提 要

在 1811—1812 年间, 美国中部的新马德里地区发生了三次 8 级左右的巨大地震。60 年代以来, 美国地震学家认为该区在不远的未来面临发生巨大地震的危险。本书根据美国历史地震的震害资料, 以及新马德里地区的地震危险性、地质条件、建筑物类型、建筑物年龄和人口分布等特征, 建立了预测未来地震危害的综合模型。对新马德里地区未来 50 年内潜在地震造成的经济损失和人员伤亡进行了动态预测, 为当地政府部门制定和实施防震减灾规划提供了重要的依据。

本书可供从事地震震害预测、地震工程、城市建设规划和抗震减灾研究的科技人员、政府官员和有关高等院校师生阅读和参考。

Earthquake Risk and Damage Functions:

Application to New Madrid

Ben-Chieh Liu

Chang-tseh Hsieh Robert Gustafson

Otto Nuttli Richard Gentile

Westview Press

1981

美国新马德里地区

地震灾害损失预测研究

[美] Ben-Chieh Liu 等 著

国家地震局震害防御司 译

责任编辑: 张崇山 吴 兵

责任校对: 李 珩

*

地质出版社出版

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 8.75 印张 220 千字

1993 年 6 月第一版 1993 年 6 月第一次印刷

印数 001—800

ISBN 7-5028-0669-5/P·454

(1061) 定价: 6.00 元

译者的话

未来地震灾害损失预测研究以地震危险性分析和易损性分析为基础,研究的最终目标是预测研究区潜在地震活动可能造成人类社会的物质、经济损失和人员伤亡情况,以及对社会各方面的冲击。显然,这方面的研究需要把地震学、地质学、工程学、经济学和社会学等有关问题综合起来,并形成一门边缘学科。它的研究将具有广泛的应用价值,尤其是可以对社会和公众提供减轻地震灾害损失行动的指导。

自 70 年代以来,地震灾害损失预测研究在美国、日本和我国等都有较快的进展,并逐步形成一套工作方法。

《美国新马德里地区地震灾害损失预测研究》一书由美国密苏里州堪萨斯市米德韦斯特(Midwest)研究所的首席经济学家和阿尔贡全国实验室能源和环境部、能源和环境经济计划专门研究组的管理者 Ben-Chieh Liu 主笔,美国杰出地震学家 O. Nuttli 教授为本书的完整性作出了重要贡献。本书的重点在于建立了一个把地震危险性与地震的物理、经济损失和人员伤亡联系起来的动态地震危害预测模型,并应用于美国中部著名的新马德里地震带未来 50 年的地震危害预测研究上,给出每 10 年该地区人口和经济发展及其地震灾害损失预测结果(1980—2030 年)。

该书所给出的研究思路、方法和模型,都具有重要的参考价值。

国家地震局震害防御司组织傅征祥(第一章)、王立平(第二、三章)、冯浩(第四章)和朱宏任(第五至八章)翻译,由傅征祥对全书进行了统校。

目 录

第一章 引言	(1)
第一节 地震和地震破坏简述	(1)
第二节 大地震及其损失评估	(2)
第三节 新马德里地震及其研究背景	(7)
第四节 本文研究的目的和范围	(10)
第二章 地震分析和地震危险性估计	(14)
第一节 新马德里地震的有关问题	(14)
第二节 新马德里的地震危险性	(16)
第三章 表层土和地质敏感度分析	(24)
第一节 表层土的类型	(24)
第二节 与表层土有关的各种地震危害	(26)
第三节 地质易损性和空间地震敏感度分析	(31)
第四章 面临地震危害的构筑物和非构筑物群体	(35)
第一节 土地利用方式和特征	(35)
第二节 面临危害人口的估算	(43)
第三节 个人财产的估算	(50)
第四节 建筑物和其他构筑物价值的估算	(52)
第五节 小结	(58)
第五章 物理和经济损失函数	(60)
第一节 历史背景和方法评述	(60)
第二节 损失评估的综合模型	(61)
第六章 研究区经济损失评估	(76)
第一节 数据库校正	(76)
第二节 潜在地震危害的经验模拟	(78)
第三节 与 Mann 的研究结果比较	(96)
第七章 减轻地震危害的管理工作	(100)
第一节 与减灾有关的政策和机构	(100)
第二节 灾害发生前的减灾措施	(102)

第三节	地震灾害预测、影响评估及含义	(105)
第四节	区域防灾和减灾计划的参与机构	(106)
第五节	小结	(108)
第八章	总结和建议	(109)
第一节	结论与总结	(109)
第二节	建议	(112)
附录 1	建立物理和经济损失函数的原始统计资料	(114)
附录 2	模型 I 和 II 中结构物的物理和经济损失函数关系	(119)
参考文献		(121)

第一章 引言

第一节 地震和地震破坏简述

有史以来,地球上留下许许多多大地震破坏的遗迹,造成了灾难性的破坏和大量的生命损失。在过去的 4000 年中,在地震中蒙难的人数估计超过 1300 万人(New Columbia Encyclopedia, 1975)。

地球表面由一些巨大的运动岩石层板块组成,大多数地震与板块边缘上积累起来的压性和张性应力有关。地壳中断层或断裂面上应力的突然释放,是大多数浅源地震发生的直接原因,地震造成断层两盘反向运动。地球处于永恒的运动中,在全世界,震级大小不同的地震每年发生无数次,所以,这是一种常见的自然现象。由于 2.5 级地震(里氏震级,表 1-1)使震中区的居民有感而被记录下来,估计每年全球有感地震约有 15 万次,这还不计余震和小地震序列。总计起来,全球每年全部地震数可能达到百万次以上。然而,造成破坏和生命损失的 6 级以上地震很少,每年约记录到 140 次(Gutenberg and Richter, 1945)。

大地震造成的物理破坏、经济损失和社会混乱与地震的地理位置、震中区大小、发生时间、震中区社会经济特征和发展水平、以及地震震级、烈度和振动持续时间等密切相关。1933 年 3 月 2 日日本 8.9 级大地震是本世纪以来记录到的最强烈的地震之一,造成 2990 人死亡。1960 年 2 月 29 日摩洛哥阿加迪尔 5.8 级地震,导致 120000 人丧生。1976 年 7 月 28 日中国唐山 7.8 级地震,使约 24 万人死难^①。相反,1811 年 12 月 16 日、1812 年 1 月 23 日和 1812 年 2 月 7 日美国密苏里州新马德里大地震,被认为是美国地震史上最强烈的地震,但只造成数人死亡和少量财产损失,原因是那时候震中区居民很少。这样的事实表明,若地震发生在城市,危害非常严重,而发生在人烟稀少的地区,即使在最坏的情况下,地震的影响也甚微。

虽然,世界上大多数地区都会发生不同程度的地震,但是,地震在全球却不是随机分布的,它们集中在特殊的地区(Gutenberg and Richter, 1954)。图 1-1 表示出大地震活动的主要地区,它包括:

- 1) 环太平洋地区,包括许多分支和子区。大多数浅源地震和中源地震,以及全部深源地震都发生在该区内。
- 2) 地中海和横贯亚洲带,包括阿尔卑斯造山带。除环太平洋带之外的大多数浅源地震和全部中源地震都发生在这里。中源地震主要发生在阿尔卑斯造山带上。
- 3) 其他一些狭窄的浅源地震带,其中,一条通过北冰洋到大西洋;另一条包括印度洋中还不完全了解的几个分支。
- 4) 稳定地块内部的裂谷带。多数和最大的地震裂谷带在东非,一些研究者认为,它们

^① 原文列出的数字有误,译文已更正。

与巴勒斯坦裂谷带有联系。夏威夷群岛是太平洋地块内部活动裂谷带的标志。

5) 大陆稳定地块之间的活动区，通常是靠近海岸的一些岛屿，例如中印度洋的岛屿。

6) 微弱地震区。区域宽广，多数位于稳定大陆的核部和前三类活动带之间较古老的造山带上。

7) 稳定地块。包括古老岩石的大陆核，太平洋北部和中部属于这种类型。这些区域也发生一些非常小的地震。

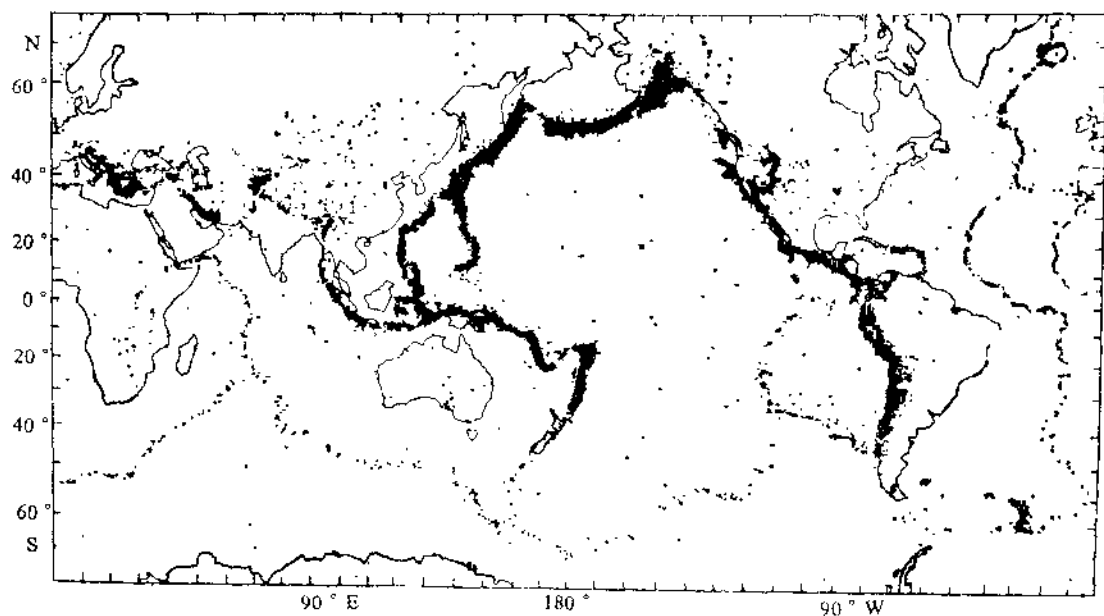


图 1-1 全球地震活动图象($M > 4.5$, 1963—1977 年)

在美国只有少数几个地区没有发生过地震。图 1-2 表示 1970 年记录到的 V 和 V 度以上的地震(修正麦卡利烈度, 修正麦卡利烈度表见表 1-1, 简称为 MM 烈度表)。这张图表明, 几乎各地都记录到过不同程度的地震破坏和人员死亡。所以, 当代减轻地震破坏效应的需要, 不是仅局限在最危险的美国西部。发生在美国东部的地震已经造成很大的破坏区域, 而且其影响的范围比发生在落基山以西地区的地震要大。

落基山以西地区居住着 30% 的美国居民(近 8000 万人), 他们生活在地震可能造成生命和财产危害的环境中。大约 56% (约 1.23 亿) 的美国人生活在落基山以东地区, 面临不可忽视的中等地震危险。仅有 8% 的美国居民是安全的, 不会遭遇地震危险(National Academy of Sciences, 1975)。

第二节 大地震及其损失评估

美国历史上的地震已经造成约 1300 人死亡和 40 亿美元(当时币值)的财产损失。其中半数以上的死亡发生在 1906 年的旧金山地震期间, 大多数的财产损失和三次地震有关: 1906 年旧金山地震、1964 年阿拉斯加地震和 1971 年圣费尔南多地震。然而, 未来地震造成的生

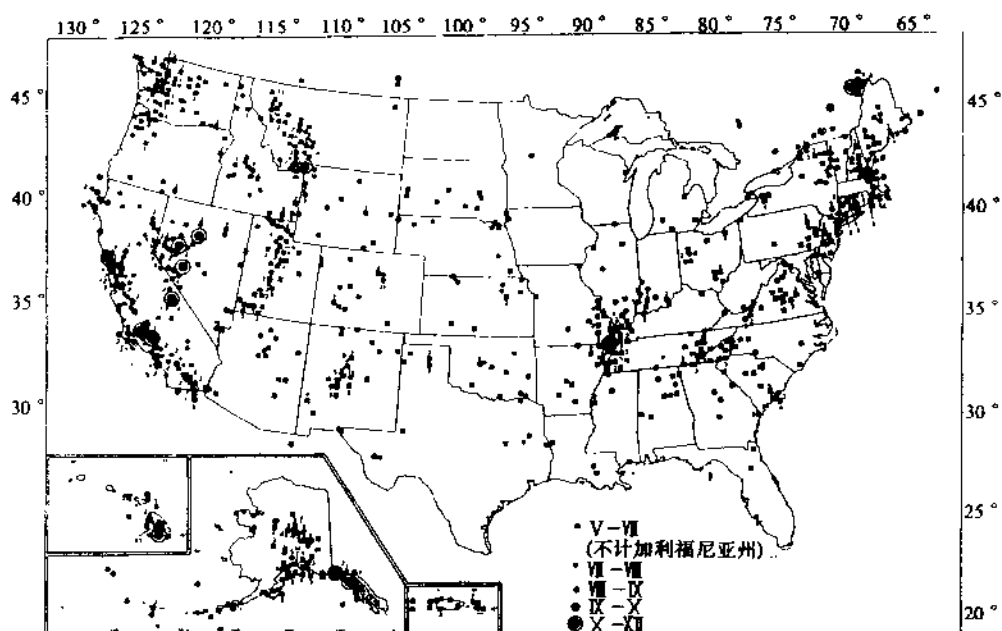


图 1-2 1970 年美国 V 度以上(MM 烈度)的地震分布
美国国家海洋和大气管理局环境资料服务处, 1970 年版

命和财产损失可能要大得多, 原因是, 现在越来越多的居民和大规模的设施集中在有地震危险的城市中。

地球上大陆内部的非山区通常比地球上除某些平坦海底之外的其他地区地震危险性低。但是, 在阿巴拉契亚山和落基山之间的美国中部, 从加拿大到墨西哥湾, 却不是这样。密西西比河上游和俄亥俄河河谷是地震频繁活动的地区。1811—1812 年发生在新马德里地震带的地震是美国地震史上已知的 20 次大地震中的 3 次, 它们对该区的地面破坏远比其他已知的北美大陆地震严重(Moneymaker, 1954; Penick, 1976)。

在 1811—1812 年地震之后, 新马德里地震带仍在活动, 并保持很高的不稳定性。建立在圣路易斯大学的地震台网, 获得了 1909 年以来的长期连续记录。如果仅依据这些记录来看, 该地区在地震学上的重要性并不大。但 1811—1812 年大地震和以后发掘出来的地质学证据, 使地震学家得出结论, 认为新马德里地区是“美国不多的几个有可能发生毁灭性地震的地区之一”(Heck, 1974)。

显著的地震扰动可按多种方式加以分类(震级、地震引起的人员死亡或物理破坏)。表 1-1 至表 1-3 给出了一些地震烈度标度。

按照地震释放能量的大小, 里氏标度将大的地震扰动分为 8 级或更高。表 1-4 给出 1755 年以来一些最强烈的地震。

表 1-5 是地震中死亡人数超过 5 万人的事件。

表 1-6 是地震造成大规模财产破坏的例子。

表 1-1 里氏震级标度^①与烈度关系表

里氏震级	烈度(可能效应)	里氏震级	烈度(可能效应)
1	只有仪器才能检测到	6	中等破坏
2	即使在震中区也很难感觉到	7	较大破坏
4、5	距震中 20 英里 ^② 以内的小区域内有轻微破坏	8	重大破坏

①里氏标度是用地面运动振幅的对数量度地震大小，震级增大 1 级表示地动振幅增加 10 倍，相应能量增加 30—50 倍。8 级地震并不是 4 级地震地面运动的 2 倍，而是 10^4 倍。

②1 英里 = 1.609km。

表 1-2 罗西-福勒烈度表

烈 度	地震大小描述	烈 度	地震大小描述
1	微震动	6	较强的震动
2	极弱震动	7	强震动
3	非常弱的震动	8	非常强的震动
4	弱震动	9	极强的震动
5	中等强度震动	10	最强烈的震动

表 1-3 修正麦卡利烈度表

烈度 (I_{MM}) ^①	效 应 描 述
I	人无感，除非在特殊有利的环境中可能有感
II	室内少数人有感，特别是在多层楼房楼上的人或者感觉灵敏的人能感到
III	室内一些人有感。通常是快速振动而来不及判别为地震。振动类似于轻轻地通过一辆载重汽车，或者是远处通过载重量大的卡车
IV	室内许多人和户外少数人有感。碟子、窗户和门嘎嘎作响，吊物摆动
V	室内每个人和室外大多数人有感。建筑物颤动，树和灌木轻微摇动
VI	室内外人都有感，所有人睡的人惊醒，灰泥掉落，重家具移动
VII	人难站立。大教堂钟响，砖石移位，不结实的烟囱破裂
VIII	树猛烈地摇动。坚实的石墙严重破坏，商店货架及塔身扭歪和倾倒
IX	普遍恐慌。地面明显开裂。石制建筑物破坏明显，部分倒塌
X	特别是在松散和潮湿的条件下，地面开裂达几英寸宽 ^② ，大多数石制建筑物和框架建筑物及其地基毁坏
XI	地面大范围振荡；木框架建筑物严重破坏；铁路路轨严重弯曲；地下埋设的管道被完全翻出地面
XII	建筑结构物全部严重破坏或毁坏。出现大量的广泛的滑坡、岩崩和河堤陷落

① I_{MM} 为修正麦卡利烈度——译者注。

② 1 英寸 = 2.540cm。

表 1-4 1755 年以来全球部分大地震

日期 (年. 月)	地 点	里 氏 震 级
1755.11	葡萄牙里斯本	8.75
1811.12	美国密苏里州新马德里	8.2
1812.1	美国密苏里州新马德里	8.0
1812.2	美国密苏里州新马德里	7.8
1897.6	印度阿萨姆	8.7
1897.8	日本	8.7
1897.9	菲律宾棉兰老	8.6—8.7
1899.9	美国阿拉斯加	8.6
1902.8	中国新疆	8.6
1905.4	克什米尔	8.6
1905.7	蒙古	8.7
1906.1	哥伦比亚	8.9
1906.4	美国加州旧金山	8.3
1906.8	智利瓦尔帕莱索	8.6
1910.6	新赫布里底群岛	8.7
1911.1	苏联阿拉木图	8.7
1911.6	日本琉球群岛	8.7
1914.11	马里亚纳群岛	8.7
1917.5	新西兰克马德克群岛	8.6
1917.6	萨摩亚群岛	8.7
1920.12	中国宁夏	8.6
1923.9	日本东京	8.2
1927.5	中国甘肃	8.3
1929.3	美国阿留申群岛	8.6
1933.3	日本三陆	8.9
1934.1	印度—尼泊尔	8.4
1938.2	班达海	8.6
1938.11	美国阿拉斯加	8.7
1939.1	智利奇廉	8.3
1939.12	印尼	8.6
1941.6	印度安达曼群岛	8.7
1942.8	秘鲁	8.6
1946.12	日本本州	8.4
1950.8	中国西藏	8.7
1958.11	千岛群岛	8.7
1960.5	智利南部	8.3
1964.3	美国阿拉斯加	8.5
1968.5	日本	8.6
1976.7	中国河北唐山	8.2 ^①

① 根据我国地震目录, 唐山地震震级为 7.8——译者注。

表 1-5 地震死亡人数超过 5 万人的事件

日期 (年. 月)	地 点	死 亡 人 数
526.5	叙利亚安蒂奥克	250000
1268	小亚细亚希尔希亚	60000
1290.9	中国内蒙古	100000
1556.1	中国陕西	830000
1667.11	高加索谢马哈	80000
1693.1	意大利卡塔尼亚	60000
1730.12	日本北海道	137000
1737.10	印度加尔各答	300000
1755.11	葡萄牙里斯本	60000
1908.12	意大利墨西拿	83000
1923.9	日本东京	99300
1927.5	中国甘肃	200000
1932.12	中国甘肃	70000
1970.5	秘鲁北部	66794
1976.7	中国河北唐山	240000

表 1-6 地震大规模物质破坏举例

日期 (年. 月)	地 点	破 坏
1755.11	葡萄牙里斯本	城市严重破坏
1906.4	美国旧金山	约有 28000 所住房被毁坏, 商业区严重破坏
1963.7	南斯拉夫斯科普里	该城 90% 毁坏
1964.3	美国阿拉斯加	几个城市 and 安克雷奇市部分毁坏
1968.5	日本北海道和本州北部	2000 户住宅毁坏
1971.2	美国加利福尼亚州圣费尔南多	损失 500 万美元
1972.12	尼加拉瓜马那瓜	该城几乎全部毁坏
1976.7	中国唐山	该城几乎一半毁坏

在美国中部, 大多数地震发生在河谷附近, 少量的孤立地震发生在其他地方。在 1811—1943 年, 美国中部至少发生 17 次较大地震, 其罗西-福勒烈度为 8 至 10 度(表 1-7)。

表 1-7 美国中部地震 (1811—1943 年)

日期 (年. 月)	地 点	罗西-福勒烈度
1811.12	密苏里州新马德里	10
1812.1	密苏里州新马德里	10
1812.2	密苏里州新马德里	10
1843.1	田纳西州孟菲斯	9
1867.4	堪萨斯州	8
1882.10	阿肯色州	8
1891.1	德克萨斯州鲁斯克	8
1895.10	密苏里州查尔斯顿	8—9
1906.1	堪萨斯州曼哈顿	8

续表

日期 (年. 月)	地 点	罗西-福勒烈度
1906.5	密执安州基韦瑞	8—9
1906.5	伊利诺斯州	8
1909.7	伊利诺斯州	8
1909.9	印地安纳州	8
1923.10	阿肯色州	8
1931.9	俄亥俄州安纳	8
1937.3	俄亥俄州西部	8
1937.3	俄亥俄州西部	8

第三节 新马德里地震及其研究背景

在历史记载中, 北美最活跃的地震地区是新马德里地震带。该带呈 NNE-SSW 方向, 北端大约在密西西河和俄亥俄河交汇处; 南端约在阿肯色州东部和田纳西州孟菲斯附近。Algermissen (1969) 的地震危险性图把这个带记为 3, 表示最大的潜在危害带(图 1-3)。

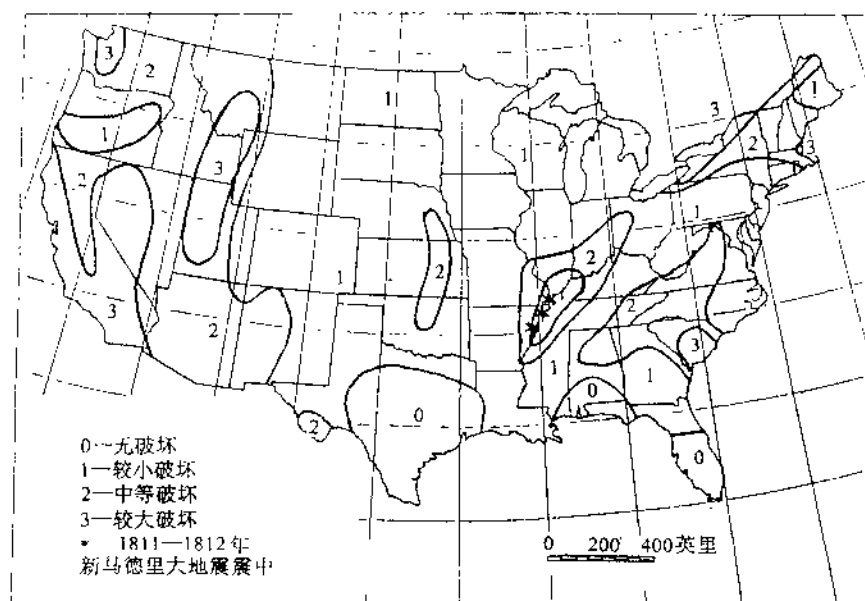


图 1-3 美国地震危害性图 (Algermissen, 1969)

正如上面所指出的那样, 1811—1812 年冬季在新马德里地震带上发生了美国最强烈的地震序列(Fuller, 1912; Richter, 1958; Nuttli, 1973a), 该区在 3 个月内发生的 1000 多次地震, 其规模与频度与加州南部 40 年内(1932—1972 年)发生的所有地震相当(Nuttli, 1977)。1811—1812 年 3 次地震引起 30000—50000 平方英里范围内出现地形变化; 至少总面积为 200 万平方英里的地区受到震动。影响最严重的地区出现地面上升或下沉、地裂、喷

砂和大滑坡。从伊利诺斯州的芝加哥到田纳西州的孟菲斯，从克劳利山到奇卡索悬崖的区域，自然地理发生很大变化。远离密西西比河的维卡堡出现河岸陷落。有感地区从加拿大到新奥尔良，从密苏里河源头到大西洋岸边，包括 1100 英里之外的波士顿。大约 100 万平方英里的地区，或一半的面积强烈有感。这次地震在陆地上所造成的影响远远超过了北美大陆已知的任何一次其他地震。尽管 3 次新马德里地震都确定为罗西-福勒烈度 X 度，但由于震中区及其周围人烟稀少，所以这样大的地震造成的破坏非常轻。记录表明，在新马德里只有一人因房屋倒塌被压死，由于河堤陷落有几人掉入河中，由于船沉没使数人丧生。

新马德里地震带的地域非常大，区内地震会引起可观的破坏。在美国，落基山以东的所有地震都有这样的共同特点，即落基山以东地震造成明显破坏的范围是西部同样大小地震的 10—100 倍(Nuttli, 1972)。图 1-4 对比了 1811 年新马德里地震($M_s=8.2$)和 1906 年旧金山地震($M_s=8.3$)造成明显破坏的区域范围。加州地震造成几个县的破坏，而美国中部地震将引起几个州的破坏。在人员伤亡和财产损失方面，落基山以东的地震可能要比美国西部地震造成更大的冲击(Nuttli, 1973b, 1974)。

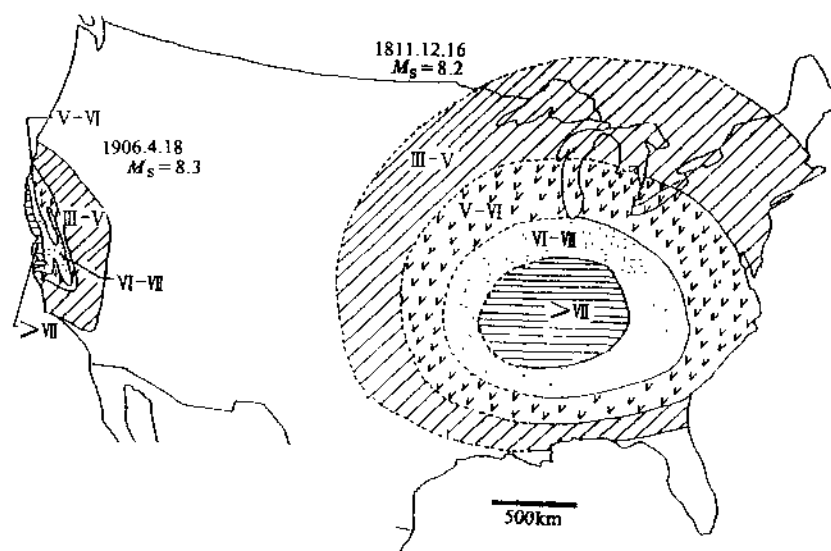


图 1-4 1906 年 4 月 18 日旧金山地震和 1811 年 12 月 16 日密西西比河河谷地震烈度图对比(破坏区 I_{MM} 为 VII 以上)

新马德里的地震活动并不限于 1811—1812 年大地震序列。发生在 1843 年 1 月 4 日的地震，震中大约靠近新马德里地震带的南端，引起孟菲斯和远至密西西比河北段的严重破坏。1895 年 10 月 12 日的另一次大地震发生在地震带北端，使远在北面的圣路易斯州遇到破坏。自 1811 年以来，圣路易斯城遭遇到 13 次地震的破坏，这些地震分布在新马德里地震带、伊利诺斯州南部到东部的地震带和密苏里州东部到南部的地震带上。

Nuttli (1977) 研究过 1962 至 1974 年间该区里氏震级 2.5 级以上的地震活动(图 1-5)。由图可见，区域地震活动高度集中。Algermissen 和 Perkins 的进一步研究表明，在美国东部 2/3 的地区中，新马德里地区的地震危险性最高(图 1-6) (Algermissen and Perkins, 1976; Dept. of Interior, 1976)。

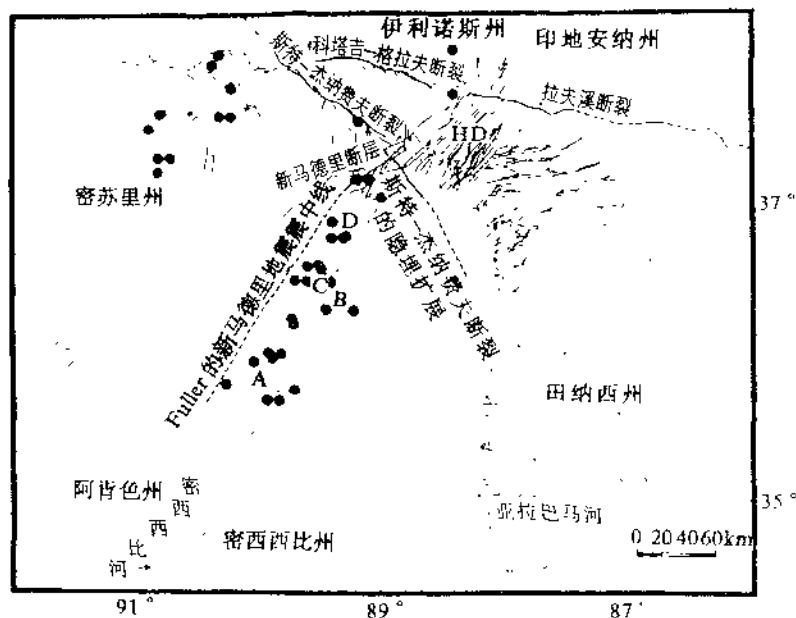


图 1-5 美国中部新马德里地震带地震震中和断层分布

点线表示密西西比河支地槽上的许多断层，实心圆表示美国地质调查局给出的 1961—1974 年的地震震中，其分布趋向类似于 Fuller (1912) 确定的 1811—1812 年新马德里地震的震中分布线。Stauder 等(1976)应用近代地震台网资料确定 A—B、B—C 和 C—D 为地震高活动区段

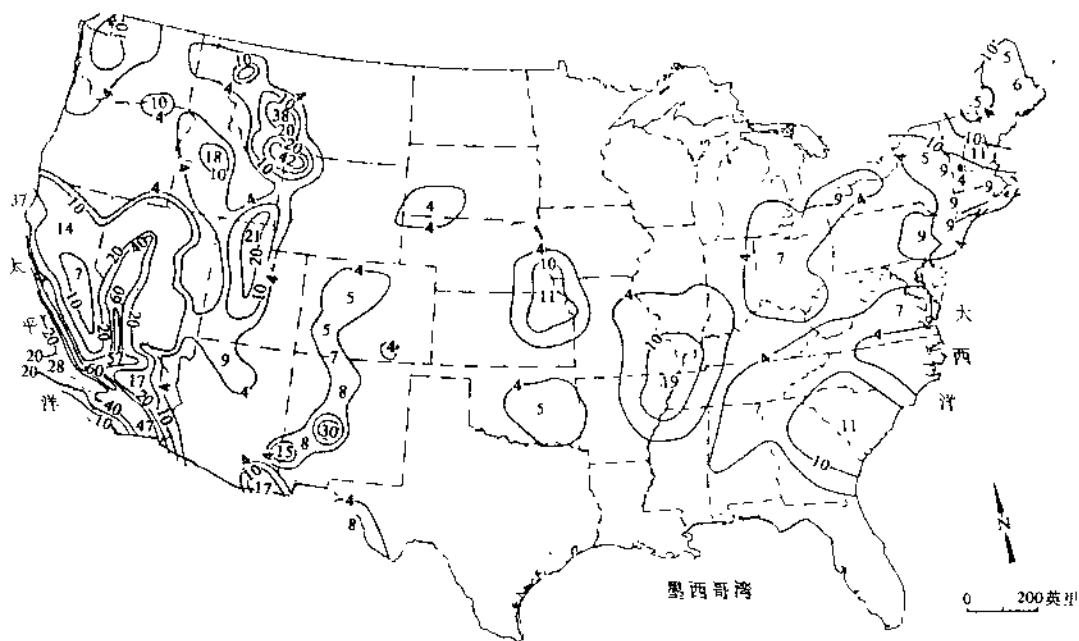


图 1-6 美国地震危险性的期望水平(未来 50 年中概率超过 0.1 的最大水平加速度(单位: $0.01g$))

第四节 本文研究的目的和范围

近代,危地马拉、意大利、苏联、中国、罗马尼亚和伊朗遭受到的地震灾害,已经向全世界发出地震危险性的警告。在美国,已经鼓励人们加快备震的速度以减少地震破坏及其有关的危害。例如,在修改1970年的减轻灾害法(PL 91-606)后,制定通过了1974年的减轻灾害法(PL 93-288),对原来的法规进行了增补,鼓励州和地方政府制定备灾、援助、规划和组织等综合计划。1977年地震灾害减轻法(PL 95-124)的通过意味着政府已经认识到减轻地震灾害的必要性。为了响应1977年地震灾害减轻法,总统特别指出,其后几年内减轻地震破坏的阶段目标和行动,包括组织新的联邦紧急事务管理署,由美国地质调查局成立国家地震预报评估委员会。为了使救援更有效和装备更好,国家科学基金会和美国地质调查局等联邦机构已经确认需要扩大备震的能力。事实上,在过去的6年中,美国地质调查局已实施了减轻地震灾害的研究计划,美国国家科学基金会也增加了地震工程计划的投资,扩大了包括社会经济计划和灾害研究的内容。

然而,在努力进行区域性备震的过程中,提出了一些关键的问题。首先,一个地区中生命和财产面临的地震危险是什么;第二,三种容易遭受地震危害的群体对象(人类、结构物和非结构物)在目前状态下,能否承受其社会和经济的危害;第三,随着城市化的过程,人口在增长,人口密度在增大,那么地震活动对生命和财产的危害有多大;第四,假如不能承受危害,如何把社会和经济危害减少到可接受的水平;最后,在我们有限的知识范围内,如何使不足的资源有效地配置以减少危害,使之达到最小危害的程度,如何使减少地震破坏而带来的社会效益等于花费在减轻危害或防御危害的社会支出。

要回答上述问题,作者所在的米德韦斯特研究所(MRI)只有非常少的有价值的备震研究资料。尽管本世纪的3次大地震发生在中部地区,这个区域的地震预报研究却比东西沿海地区少。实际上,还没有按破坏承受者和群体对象分类去研究潜在地震的危害和经济破坏,上述5个问题中,特别是最后一个问题还没有系统地研究过。

Nuttli (1973a)曾强调,需要研究这个地区的地震危害,并指出其研究要点:“1811—1812年的地震令人信服地证明,密西西比河河谷大地震和美国西部大地震的地面运动之间有差异。前者震中区地面条件不好,并且面波能量衰减缓慢,造成破坏和断裂的面积要比北美西部同样震级的地震的破坏大100倍。

幸好,1811—1812年那样大的地震发生频度低。自那之后,这个地区虽然一直有小到中等地震活动,但再没发生过那样大的地震,这表明未来某个时候会发生大地震。”

基于上述该地区的历史地震活动性和潜在的地震问题,人们正在进行新马德里地震带地震对社会经济的影响和减轻灾害方面的研究。这项研究的初步目标是收集大量的资料,它对更好地理解新马德里主要破坏区的地震危险和潜在破坏,以及地震对社会经济的冲击非常重要。由于该区人口增长和持续城市化,迫切需要这些资料,以利于制定公共政策和防震行动去减轻地震危险和危害。

按照1970年和1974年减轻灾害法,在建立诸如土地使用计划和建设法规、应急灾害救护、强制性保险计划、以及减灾和全国公共援助等防震政策之前,必须评估地震危害和社会支出。这样,本研究的第一个目标是要确定研究区域的地震危害,换句话说,要求指出未来50年(至2030年)中研究区域及周围可能发生的地震位置、震级和烈度分布;评估地震发生

的概率、地震发生的不确定性、以及地震发生后产生的后果等有关的技术问题。

第二个目标是建立一个物理模型，在给定地震烈度和发生概率条件下，定量估计地震对人类、建筑物和财产的直接破坏。为了预测研究区域中几种群体对象面临的地震危害，需要结合各种发展情况的预测，建立一些评估模型。确立这样的物理模型是重要的，因为依据它们就能定量评估未来 25 年防震计划的社会效益和支出，这种结果可以外推到下一个 25 年，直至 2030 年。

第三个目标是为了定量量度由物理破坏作用引起的各种破坏，建立经济损失函数，以对建筑物、财产和人类资源的破坏程度，减轻破坏应做的事情，预防灾害需要的经费等进行预估。

为了有效地决定资源布局 and 分配，社会福利模型要求重要的社会支出应等于社会得益。这样，为了达到保护资源的最佳状态，首先要打破社会在防震上的投资意愿和能够承受的社会与经济灾害程度之间的平衡，然后，投资的意愿必须在承受水平之上，以根据破坏或危害而增加支出为背景作出估计。对于现实的、直接的、物理的和自然的危害，都必须根据折算为美元价值的受益和支出对比计划的有效性。在建立用生命和财产损失描述的破坏经验估计时，也要应用本研究给出的货币价值破坏函数。具备充分的有关潜在地震破坏的地震危险性和强度、物质破坏作用和经济价值损失等资料后，决策分析就能应用到与抗震防震对策、应急救援计划和受灾区善后修复等有关的公共政策中。根据收集到的资料，可以提出关于进一步研究所需要的建设规范、减轻灾害和土地利用方式等方面的建议。

归纳起来，本项研究的目标是：

1) 提供有关新马德里地区破坏性地震的大量最新资料，特别是对挑选出来的 15 个县进行的震例研究，如圣路易斯和孟菲斯的标准市政统计区，以及吉拉德角和新马德里县；

2) 对挑选出来的震中，求得等震线或烈度分布图，在给定地震发生概率条件下，把烈度值和破坏值联系起来。研究地表物质和地面条件，可以更好地分析研究区的地质敏感性；

3) 建立模拟模型，以便经验地估计各种物理破坏作用，并能折算为经济破坏价值。另外，可以预测 2000 年前面临地震危害的人口，并外推到 2030 年，从而阐明与社会支出相比，持续的迅速的城市扩大和工业发展带来的社会得益还是主要的；

4) 评价目前与研究区备震、抗震、震灾救援和恢复有关的公共计划和政策。

为达到这些目标需要完成 6 项主要研究任务：

1) 文献评述和资料准备；

2) 地震预报和地面敏感性评定；

3) 识别和评估面临危险的人口；

4) 建立和估计物理和经济损失函数；

5) 区域损失模拟；

6) 为制定有效的通用的灾前计划和特殊的备震计划提出建议。

这 6 项研究任务的结果将在后面的 6 个章节中分别介绍。图 1-7 描述了本研究的方法和结构系统。第二章应用等震线图进行地震学分析和危害性估计；第三章提出地面物质、地质敏感性和地震危害易损性的分类；第四章中给出 15 个县面临地震危害的群体对象状况，及其在 1980 至 2030 年间的预测结果；第五章是物理和经济损失函数；第六章给出不同假想地震条件下，损失模拟结果；第七章初步讨论实际上参与或对灾害破坏减轻感兴趣的社会团体和公众媒介；最后一章是总结和建议。