

近 500 年中国及邻区强震空间格局 及迁移模式初步分析

周成虎¹, 裴 韬¹, 李全林², 陈锦标², 王 鏊³

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所资源与环境信息系统国家重点实验室, 北京 100101;
2. 中国地震局地球物理研究所, 北京 100081; 3. 北京师范大学资源与环境科学系, 北京 100875)

摘要: 介绍了中国及邻区地震目录数据库的开发状况, 从历史强震、近代强震及强震震源深度等几个方面, 结合我国及邻区板块构造以及应力状态、壳幔结构的东西部差异对我国强震的空间格局进行了较为系统的分析。公元 1900 年以前我国华北地区的强震呈现出大梯形格局, 而公元 1900 年之后我国强震则以西部的巨大扇形为主要特征, 其中震源深度最深的区域分别位于大扇形的 2 个顶点处, 即兴都库什—帕米尔以及缅印交界地区。就我国强震所特有的空间分布格局对我国强震的线性以及区域性迁移模式进行了总结和分析, 其中线性迁移模式又可细分为前进跳跃式和钟摆式。对文中涉及的强震迁移机制分别利用断层破裂、弹簧—滑块、壳幔的结构性差异以及它们之间的相对运动等模型进行了初步的解释。

关键词: 强震; 空间格局; 时空迁移。

中图分类号: P315.2 **文献标识码:** A

文章编号: 1000-2383(2003)03-0306-09

作者简介: 周成虎(1964—), 男, 研究员, 博士生导师, 资源与环境信息系统国家重点实验室主任, 1992 年获中科院地理所地图学与地理信息系统专业博士学位, 现主要从事地理信息系统应用、空间数据挖掘与知识发现、遥感目标识别等领域的研究工作。

0 引言

地震的空间格局及迁移规律的研究是地震预测与区划、防震减灾工作的重要基础, 其成果也是板块构造研究的重要证据之一, 因而近几十年来相关的工作颇为丰富^[1~16]。

关于强震的大尺度空间分布规律, 傅征祥等^[1,2]在分别研究了我国东西部强震空间分布的特征后认为, 我国东部强震随纬度呈现出韵律式的变化趋势, 而西部的强震则表现为巨大的扇形分布, 徐道一等^[3]发现了我国及邻区 8 级地震所构成的等腰或等边三角形等有序特征; 在中小尺度方面, 丁国瑜等^[4,5]则认为我国华北和川滇地区的强震呈现出一种网络分布, 而童远林^[6]和顾方琦等^[7]分别利用平行四边形及近似的圆形刻画了我国东部强震的空间分布模式。

关于强震的迁移模式, 时振梁等^[8]和顾方琦等^[9]分别研究了华北地区和华东地区强震的时空分布, 并对强震在区域上的迁移特征进行了总结; 闻学泽等^[10]、傅征祥^[11]讨论了我国西南地区强震在线性构造上的迁移现象, 并提出了跳迁和定向迁移模式; 马宗晋等^[12,13]分析了全球强震的迁移规律, 并在此基础上探讨了与旱灾的共生规律; 毛可等^[14]还利用强震的迁移规律进行了强震趋势预测, 取得了一定效果。

然而, 上述这些针对我国强震空间分布模式及迁移规律的探讨大多建立在近百年强震目录的基础之上或局限于一定范围的空间内, 另外, 以往对强震空间格局的研究未能从迁移的角度进行动态的解释和分析。因此, 在强震迁移规律总结的系统性和完整性等方面仍有大量工作急需开展, 空间格局与迁移模式的研究也存在进一步结合的必要性。

本文充分利用 GIS 的空间分析技术对中国及邻区地震目录数据库特别是对其中公元 1500—2000 年间强震的空间格局和时空迁移模式进行了系统地分析, 一方面, 力求从更广的空间范围和更长

的时间跨度全面展现我国强震发生的时空规律;另一方面,也希望起到抛砖引玉的作用,为其他学科的相关研究提供一定的参考和证据。

1 中国及邻区强震的空间格局及其成因浅析

1.1 中国及邻区地震目录数据库简介

地震时空分布规律研究的基础在于地震资料的完整程度、准确程度和精确程度。随着地震学及地学其他相关研究的深入开展,具备“足够长时间跨度,足够大空间范围,足够宽震级谱”的地震目录已经成为急需和必不可少的基础数据。为此,中国地震局与中科院资源与环境信息系统国家重点实验室自 1992 年以来共同合作,充分发挥 2 个单位在基础数据收集与管理、GIS 空间分析技术等方面的优势,在对国内外 108 种(200 多本)地震目录文献进行系统综合后,共得到原本地震目录 100 余万条。经过对原本地震目录系统地核对、删重后去除了近 30 万条“冗余”目录,最终形成中国及邻区地震目录数据库^[17~19]。

到目前为止,该数据库共收集地震条目 740 896 条,空间范围上所覆盖的区域不仅包括中国及邻近海域,还包括日本及日本海、朝鲜、东南亚、印度及其周边地区、西亚的部分地区、蒙古、中亚诸国以及俄罗斯

的部分地区;在时间上,数据库收录了公元前 2300—2000 年 12 月 31 日间的历史地震及近代地震目录;在数据库的内容方面,共包含 26 个属性项,包括发震时间、震中经纬度、震源深度、各种实测震级及其他类型震级、定位精度等,具体内容可参考文献^[18]。

1.2 研究数据的选取

虽然中国及邻区地震目录数据库在数据的规模和可靠性等方面取得了较大的进展,但历史上经济、文化等方面的区域性差异仍然造成了地震数据的时空不等精度。

据黄纬琼等^[20]研究,大华北地区(包括长江以北的大部分地区)、东南沿海地区及云贵的部分地区,公元 1500 年以来地震的完整性震级为 6 级,而进入 20 世纪以来,由于测震仪的应用和普及,各地区的完整性震级都有不同程度的下降。为了确保研究数据的完整性,笔者将强震数据分 2 个阶段进行研究:第一阶段,选取公元 1500—1899 年 ≥ 6 级的强震(图 1);第二阶段选取了 1900—2000 年 ≥ 5 级的强震进行分析(图 2)。

1.3 中国及邻区强震的空间格局及其原因探究

图 1 显示,此间的强震主要集中在我国的东部地区,而西部很少。历史强震的这种分布特征正是时空不等精度的真实写照。与前人总结的北东向带状、网络状、三角形等强震空间格局略有不同的是^[2,3,5],华

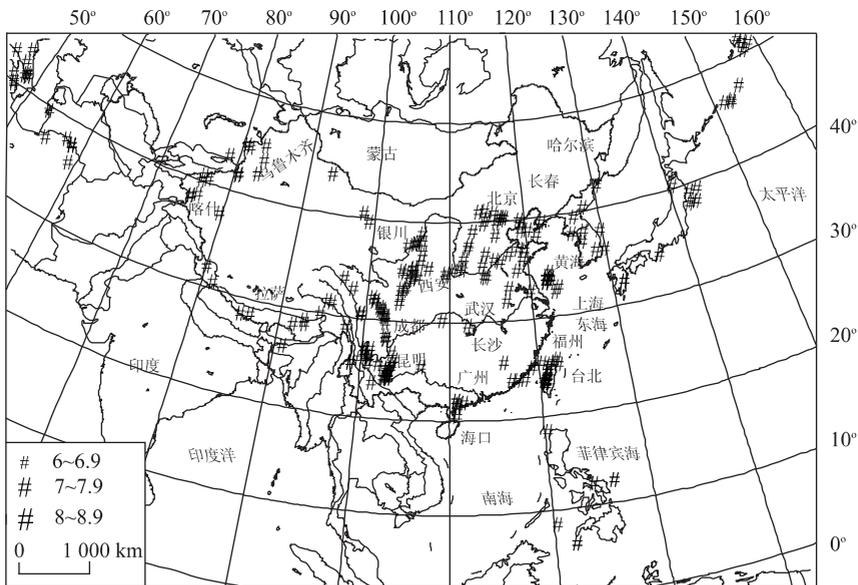


图 1 公元 1500—1899 年强震的空间分布($M_s \geq 6$)

Fig. 1 Epicentral distribution of the strong earthquakes in China and its adjacent areas during 1500—1899 DC

底图据 1: 800 万亚洲地图数字化,中国地图出版社,2000