

王迪, 王玮铭, 路茜, 等. 川滇地区5级以上地震震级与破裂尺度定标律研究[J]. 华南地震, 2024, 44(S1): 185–186. [WANG Di, WANG Weiming, LU Qian, et al. Study on the Scaling Law of Magnitude and Rupture Scale of Earthquakes with $M \geq 5$ in Sichuan–Yunnan Region[J]. South China journal of seismology, 2024, 44(S1): 185–186]

川滇地区5级以上地震震级与破裂尺度定标律研究

王 迪, 王玮铭, 路 茜, 龙 锋

(四川省地震局四川地震台, 成都 610041)

Study on the Scaling Law of Magnitude and Rupture Scale of Earthquakes with $M \geq 5$ in Sichuan–Yunnan Region

WANG Di, WANG Weiming, LU Qian, LONG Feng

(Sichuan Earthquake Agency, Chengdu 610041, China)

关键词: 定标律; 破裂尺度; 川滇强震序列

Keywords: Scaling law; Rupture scale; Strong earthquake sequence in Sichuan–Yunnan

中图分类号: P315

文献标识码: A

文章编号: 1001-8662(2024)S1-0185-02

DOI: 10.13512/j.hndz.2024.S1.68

0 研究背景

地震定标律(Scaling law)是企图解决地震的相似性问题,也是震源参数之间的统计关系的理论基础^[1]。当一次地震发生后,利用定标律可由一个已知参量快速估算出一系列相关的参数值,这对大震发生时快速分析地震破裂过程的某些基本特征和震情趋势判定是非常有用的^[2–4]。在与地震相关的所有定标律中,震级—破裂尺度关系沟通着能量与破坏,在应急救援、震灾预防、中长期预测等方面有着重要的应用,目前已经建立起了不同区域、不同尺度的震级与破裂尺度关系的定标律^[5–10]。

1 研究内容、理论基础和研究方法/概述

本研究采用的5级地震目录来自于《中国5级地震目录汇编》(中国地震局监测预报司, 2023),从中挑选出1970—2021年川滇地区($97^{\circ} \sim 109^{\circ} \text{E}$ 、 $21^{\circ} \sim 35^{\circ} \text{N}$) $M \geq 5.0$ 地震共计359次;将挑选的地震去除5级以上强余震,同时剔除余震低于30次的地震,并整理已发表的基于震源谱、地壳形变、余震分布等方法得到的震源破裂尺度参数,最终得到可供研究的川滇地区 $M \geq 5.0$ 地震125次。

将125地震的面波震级与震源破裂长度 L 采用最小二乘法建立回归关系,相应线性回归方程可

收稿日期: 2024-10-10

基金项目: 中国地震局监测预报司震情跟踪青年课题(2024010503)

作者简介: 王迪(1992–),女,硕士,工程师,主要从事地震学和地震预测方法研究工作。

E-mail: 2414169935@qq.com

通过 $\alpha=0.05$ 的显著性水平检验,本文对后续拟合关系都做如此要求。图1中用红色标记了3个明显偏离拟合线的离群事件,即超过 ± 2 倍均方差,该阈值可以明显区分丛集区和离群点,后续的分析采用同样的阈值标准。离群事件分别为1989年小金6.6级地震、2008年汶川8.0级地震与2021年泸县6.0级地震。其中小金6.6级地震和泸县6.0级地震均为孤立型,破裂尺度偏小,2008年汶川8.0级地震明显高于逆冲型地震平均定标律,这是因为汶川8.0级地震由多次子事件构成,多次子事件显著拓展了主震破裂的尺度。

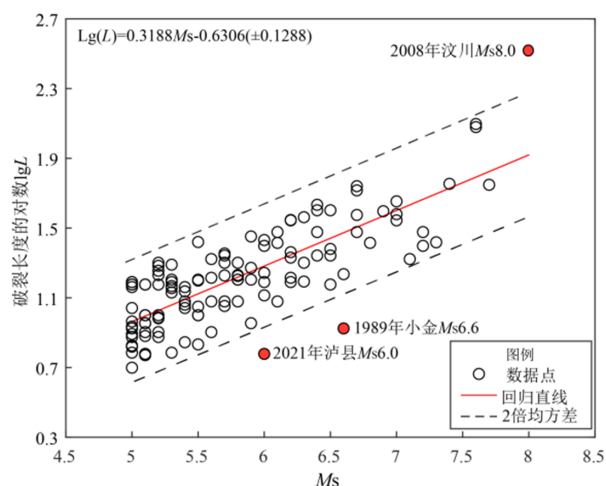


图1 川滇地区5级以上地震震级与破裂尺度的拟合图像

Fig.1 Fitting diagram of M_s -lgL relationship of earthquakes with $M_s \geq 5$ in Sichuan-Yunnan region

2 研究结果

2.1 不同错动类型定标律

不同错动方式对破裂尺度的影响已经得到广泛研究^[5],为进一步研究川滇地区不同错动类型定标律的特征,本文根据震源机制解的类型分为走滑型地震、正断型地震与逆冲型地震三类来进行讨论。在相同震级条件下,走滑型地震的破裂尺度高于逆冲型地震的破裂尺度, $M_s \geq 6.5$ 的情况下,逆冲型地震的破裂长度高于正断型地震的破裂长度; $M_s \geq 5.5$ 的情况下,走滑型地震的破裂长度高于正断型地震的破裂长度。

2.2 不同时间段定标律

从时间维度上将125次5级以上地震分为2个时间段进行讨论,1970—2006年为第一时段,2007—2021年为第二时段。第一时段83次与第二

时段42次地震建立震级—破裂尺度的线性回归方程。偏离定标的地震均与全部样本量定标律相同,但是第一时段地震的 $R^2(0.6263)$ 小于第二时段地震的 $R^2(0.6998)$,说明监测台网高质量的观测对地震的破裂尺度有着较好的约束。第二时段的拟合斜率要大于第一时段,有可能是监测能力的提升使得余震记录更完备,进而拓展了破裂的尺度。

3 结语

对不同来源的资料进行筛选后建立川滇地区5级以上地震破裂尺度基础资料数据库,基于不同错动类型和不同时间段的定标律特征研究,震后趋势判断、早期震害预估以及中长期震情趋势研判都极具意义。其中1989年小金6.9级地震、2008年汶川8.0级地震和2021年泸县6.0级地震的偏离定标律原因有待进一步研究。

参考文献

- [1] 陈培善,陈海通.由二维破裂模式导出的地震定标律[J].地震学报,1989,11(04):337-350.
- [2] 秦嘉政,刘祖荫,张俊伟.用地震定标律研究丽江7.0级地震的破裂过程[J].地震研究,1997,20(1):49-59.
- [3] 秦嘉政,刘丽芳,钱晓东.根据地震定标律研究汶川8.0级地震的破裂特征[J].地震研究,2008,31(S1):458-463.
- [4] 张雅君,吴忠良,蒋长胜.震源过程数字地震成像结果给出的地震参数定标律[J].中国地震,2004,20(4):8-18.
- [5] Wells D L, Coppersmith K J. New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement [J]. Bulletin of the Seismological Society of America, 1994, 84(4): 974-1002.
- [6] 李忠华,苏有锦,蔡明军,等.云南地区震源破裂长度与震级的经验关系[J].西北地震学报,1999,21(3):108-110.
- [7] 龙锋,闻学泽,徐锡伟.华北地区地震活断层的震级—破裂长度、破裂面积的经验关系[J].地震地质,2006,28(4):511-535.
- [8] 冉洪流.中国西部走滑型活动断裂的地震破裂参数与震级的经验关系[J].地震地质,2011,33(3):577-585.
- [9] 耿冠世,俞言祥.中国西部地区震源破裂尺度与震级的经验关系[J].震灾防御技术,2015,10(1):68-76.
- [10] Cheng J, Rong Y, Magistrale H, et al. Earthquake Rupture Scaling Relations for Mainland China[J]. Seismological Research Letters, 2019, 91(1): 248-261.