

张丽峰, 黄浩, 郭瑛霞. 基于《中国震例》的甘青地区6.0级以上地震异常分析[J]. 华南地震, 2024, 44(S1): 93–95. [ZHANG Lifeng, HUANG Hao, GUO Yingxia. Analysis of Earthquake Anomalies with $M \geq 6.0$ in Gansu–Qinghai Region Based on “Earthquake Cases in China”[J]. South China journal of seismology, 2024, 44(S1): 93–95]

基于《中国震例》的甘青地区6.0级以上地震异常分析

张丽峰, 黄浩, 郭瑛霞

(青海省地震局, 西宁 810001)

Analysis of Earthquake Anomalies with $M \geq 6.0$ in Gansu–Qinghai Region Based on “Earthquake Cases in China”

ZHANG Lifeng, HUANG Hao, GUO Yingxia

(Qinghai Earthquake Agency, Xining 810001, China)

关键词: 震例异常; 项数统计; 特征分析

Keywords: Seismic anomalies; Count of Abnormal items; Characteristic analysis

中图分类号: P315

文献标识码: A

文章编号: 1001-8662(2024)S1-0093-03

DOI: 10.13512/j.hndz.2024.S1.33

0 研究背景

中国学者对地震研究始于1917年安徽霍山地震、1918年广东南澳地震,特别是1920年宁夏海原地震的考察。国内对历史震例的总结研究已有大量成果,基于《中国震例》的回溯研究也有丰硕成果^[1-5]。关于历史震例的回溯研究大概有两类,一类是以某一次地震为研究对象,研究其震前出现的各类异常;一类是以某一种方法或某一类异常为研究对象,对大量震例前的同一类异常进行分析。基于《中国震例》资料的研究更多为第二类,但这些成果大部分为早期的研究成果,随着地震预测预报的发展,可用于震情跟踪观测的手段和方法也不断丰富,近些年来也累计出版了更多的震例资料,因此有必要跟进此方面的研究工作。

地震预报属于世界难题,以目前的科技水平

还不能攻克这一难题,地震预报工作者只能通过不断的经验总结来判断当前的震情形式,以期做出有防震减灾实效的研判。基于此,本文以《中国震例》资料为基础,尝试对甘青地区的震例进行异常统计分析。近年来甘青地区震例异常综合研究结果鲜有,而甘青地区特别是青海地区的6级震例丰富,《中国震例》对于甘青地区的6级震例也有较为完整的记载,丰富的研究资料有助于异常特征的统计分析和预报模式的探索,研究结果可在甘青地区的地震预测预报中得到应用和检验。

1 研究结果

青海地区6级地震活动频繁,考虑到甘肃地区的6级地震较少,将5次5.7~5.9级地震资料也纳入分析范围,一共有27个震例作为研究对象。文章主要分析震例异常前的一些统计特征,包括以

收稿日期: 2024-10-10

基金项目: 2022年度震情跟踪定向工作任务(2022010504); 青海省地震科学基金(2022A03)联合资助。

作者简介: 张丽峰(1989-),女,硕士,工程师,主要从事形变资料分析工作。

E-mail: ZhangLFng@163.com

下内容：①统计测震学各项异常总数，并分中长期（大于3年）、中期（1~3年）、中短期（6~12个月）和短临（小于6个月）4个时间阶段，统计各项测震和前兆异常的项数；②分析所有震例异常空间分布与震中的关系。

全时段的异常总数能反映出震例的共同特征，比如某一项异常数量越多，该项异常在震前出现的可能性就越大，其对于地震预测预报也更为有效。如图1所示，测震学异常项目的总数大概可以分为

3个等级，第一等级为17~31项，其中的测震学异常项目为空区、频次、平静和 b 值，这些异常项目为大部分震例所展现出的共同特征；第二等级为5~7项，其中的测震学异常项目为条带、震群、缺震、波速比、调制比、显著地震、能量释放和 C 值，这些异常项目仅出现在部分震例前，普遍性特征不显著；第三等级为1~3项，其中的测震学异常项目为 η 值、 D 值等，这些异常项目为个别地震所有，不具有普遍性特征。



图1 全时段各类测震学异常项目总数

Fig.1 Total number of seismological anomalies of the whole period

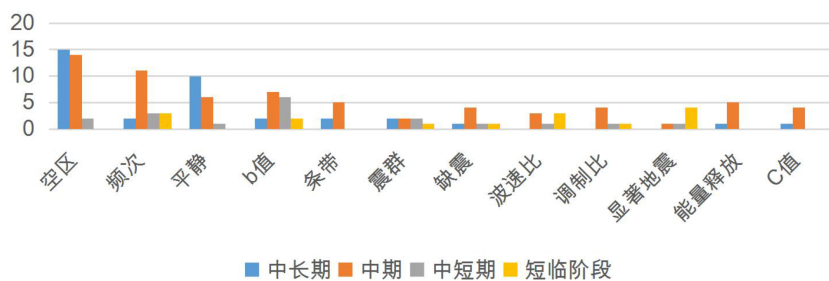


图2 不同时段各类测震学异常项目数量

Fig.2 The number of seismological anomalies in different periods

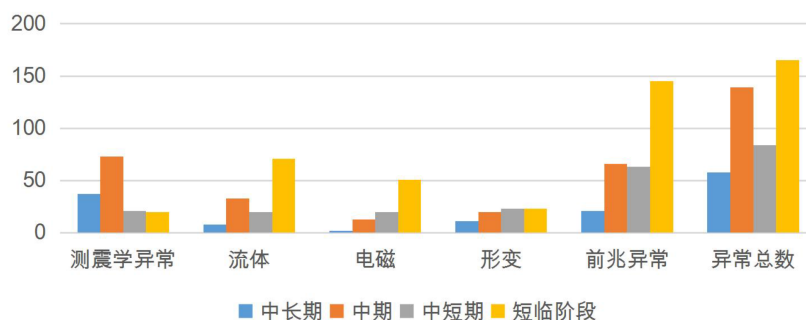


图3 不同时段前兆异常数量

Fig.3 The number of precursor anomalies in different periods

对上述具有一定普遍性第一、第二等级的测震学项目，分长、中、短、临不同时期进行特征分析。如图2所示，空区主要出现在中长期和中期；频次主要出现在中期；平静主要出现在中长期和中期； b 值主要出现在中期和中短期；条带主要出现在中期；震群没有显著的时间变化特征；

缺震主要出现在中期；波速比时间特征不明显；调制比主要出现在中期；显著地震主要出现在短临阶段；能量释放主要出现在中期； C 值主要出现在中期。中长期和中期突出的测震学异常为空区和平静；中短期突出的测震学异常为 b 值；短临阶段突出的测震学异常为显著地震。如图3所示，流

体异常数量的时间演化特征为从中长期到中期为增多,从中期到中短期为减少,从中短期到短临阶段为成倍增多;电磁异常数量的时间演化特征为从中长期到中期为增多,从中期到中短期持续增多,从中短期到短临阶段为成倍增多;形变类异常数量的

时间演化特征为从中长期到中期为增多,从中期到中短期再到短临阶段数量相当。整个地球物理场异常最显著的特征为短临阶段异常数量成倍增多;整个测震学异常主要出现在中期。

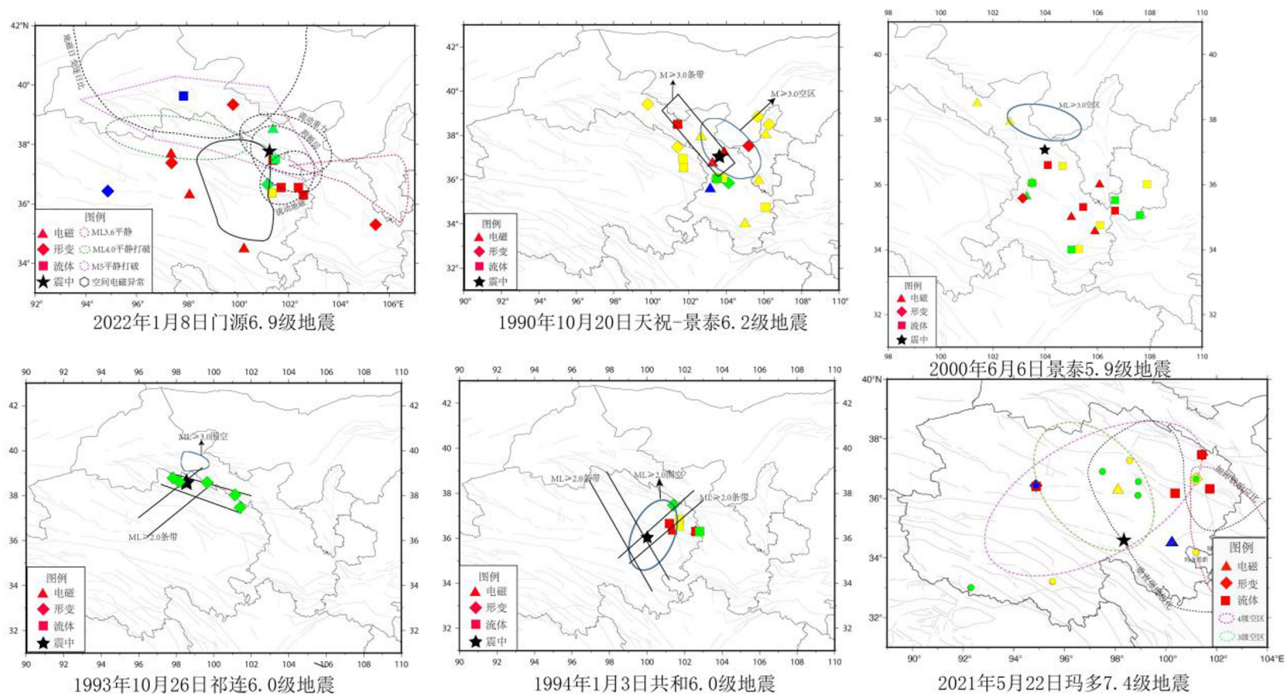


图4 部分震例异常空间分布

Fig.4 Spatial distribution of some earthquake anomalies

图4中前兆异常不同颜色代表不同预报时期(中长期为蓝色,中期为绿色,中短期为黄色,短临阶段为红色)。分析所有震例的异常空间分布与震中关系,认为地球物理场异常并不具有随时间演化向震中收缩的普遍特征(图4),其空间分布与时间演化有的表现为杂乱,有的表现为发散、有的表现为收缩—发散,有的表现为收缩—发散—收缩,有的短临阶段震中附近异常集中,总之地球物理场异常的空间分布与时间演化不具有共性特征。由于青海地区地球物理观测台网稀疏,相比之下青海地区的测震学异常与震中关系更为明确一些,地震一般发生在空区内部或者边缘,条带的交汇区,既有空区又有条带异常的震例,更容易确定震中位置。对于前兆监测能力较低的地区(青海大部分地区前兆监测能力低)测震学异常发挥着重要作用,格尔木台站的前兆观测在监测能力低的地区同样也起到了重要作用。

2 结论

所有震例测震学异常普遍特征为出现空区、频

次、平静、 b 值的概率较大,结合近年来测震学科厘清的一些分析方法以及短临阶段测震异常特征,本文加入了条带、震群、调制比、显著地震的分析。研究结果仅为某类异常出现的可能性,不具有绝对性。测震类异常项目长、中、短、临数量变化趋势与前兆异常表现出相反特征。青海地区震中与异常的空间分布关系显示出测震类异常(空区、条带)更有利于判定地点。不同地震预报时期内各项异常数量特征或可用于日常震情跟踪判断。

参考文献

- [1] 吕坚,宋美琴,周龙泉,等.基于《中国震例》的地震空区和地震条带统计特征[J].地震,2016,36(4):22-34.
- [2] 何康,郑海刚,李军辉,等.基于震例的地震电磁异常特征研究[J].地震,2016,36(4):144-152.
- [3] 孙小龙,王俊,向阳,等.基于《中国震例》的地下流体异常特征统计分析[J].地震,2016,36(4):120-130.
- [4] 廖丽霞,解小静,洪旭瑜.基于中国震例的华南地区中强地震前流体异常特征分析[J].内陆地震,2019,33(1):1-7.
- [5] 呼楠,石富强,季灵运,等.中国大陆强震发生前地震活动增强统计特征分析[J].地震学报,2024,46(2):226-241.