

厄尔尼诺事件与地震

张春生 曾 鸣

(陕西省地震局)

摘 要

本文采用概率统计、回归分析及灰色关联度相关分析方法,全面地分析、研究了中国及世界范围内的多震区域的地震资料和厄尔尼诺事件的资料,发现厄尔尼诺事件与地震活动从大范围来看似无明显的相关关系,但与局部地区的地震活动明显相关。该事件的发生与东太平洋隆起地区、菲律宾群岛等地区的地震高频年相对应,与我国台湾地区、青藏高原等多震地区发生的地震也有较好的对应关系。

一、引 言

厄尔尼诺是指在赤道附近东太平洋海水表面温度异常升高的现象。该事件发生时,从太平洋到印度洋广大地区的海洋、气象条件产生强烈的异常。西太平洋热带高压与我国的夏季低温也与之有密切关系。在我国有人研究发现,厄尔尼诺事件的出现与长江流域小麦赤霉病大流行有较高吻合率^[1],其发生当年和次年,陕西地区出现洪涝的机率为80%左右。

对于厄尔尼诺事件对地震活动的影响,国内外学者给予了极大关注。美国学者德·沃克尔认为,东太平洋隆起地区的地震次数明显增加与厄尔尼诺事件有很好的对应关系。在我国,刘厚赞等人研究认为,自1900年以来,80%的厄尔尼诺事件与菲律宾群岛、新几内亚岛和墨西哥高原南部海区的 $M \geq 7.0$ 地震高频年相对应。

以上对于厄尔尼诺事件与地震的关系的研究仅仅是定性的,本文试图定量地对该问题进行更深入的研究,以期得到较为确切的结论。

二、资料选取和计算方法

本文选取了全球范围的环太平洋地震带、赤道东太平洋区域、中国的天山阿尔泰地区、青藏高原地区、华北块体东部地区的历史和近期地震资料及同时期的厄尔尼诺事件发生年份资料,用概率统计、回归分析及灰色理论关联度分析方法对两者的关系进行了探讨。

1. 概率统计结果

将全球划分 51 个区域(图 1)。借鉴时振梁等人编的《世界地震目录》^[2], 分别统计 1900—1987 年发生的 $M \geq 7.0$ 强震频次, 分析 51 个地区地震的高频年与厄尔尼诺事件发生时间的关系。结果表明, 菲律宾群岛及周围海域(22 区, 北纬 5.0° — 20.1° ; 东经 131° — 127.2°)、新几内亚岛(16 区, 南纬 0.2° — 9° ; 东经 131° — 149.5°)、墨西哥高原南部地区(5 区, 北纬 10.3° — 21.0° ; 西经 90° — 107.3°)和南美洲(8、9 两区, 南纬 53.5° —北纬 6° ; 西经 62.5° — 83.5°) 4 个区域的 7.0 级以上强震的高频年, 绝大部分与厄尔尼诺事件发生的时间相呼应(表 1、图 2)。从 1965 年到 1987 年发生的 5 次厄尔尼诺事件均与复活节岛附近的东太平洋海隆地区地震次数急剧增加相对应。本文还对东太平洋南部(复活节岛地区, 南纬 20° — 40° ; 西经 100° — 120°)地区进行了研究。1965—1980 年厄尔尼诺事件共发生 4 次, 而这 4 次事件都与该地区 6.0 级以上强震相对应(表 2、图 3)。

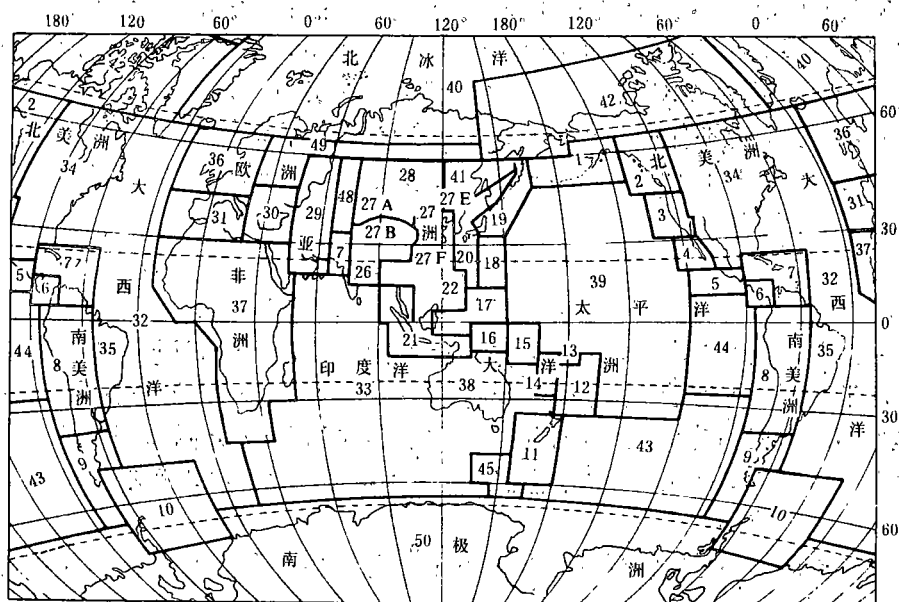


图 1 世界地震分区图

Fig. 1 Zoning of seismic activity in the world

表 1 世界范围内 4 个区域的地震与厄尔尼诺事件的对应关系

发生时间 (年)	区 域	厄尔尼诺 发生次数	对应 次数	未对应 次 数	对应次数占 总次数的百分比
1900—1980	菲律宾群岛及周围 海域(22 区)	17	13	4	76.4
1900—1980	新几内亚岛(16 区)	17	12	5	70.6
1900—1980	墨西哥高原南部(5 区)	17	14	3	82.4
1900—1970	南美洲(8、9 区)	15	13	2	86.7

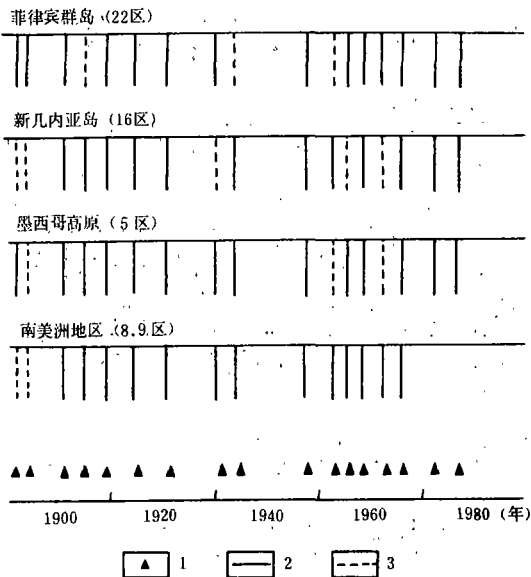


图2 全球范围内厄尔尼诺事件与地震的关系

1. 厄尔尼诺 2. 地震 3. 未对应

Fig. 2 Relationship between the Elnio event and earthquake in the world

表2 1965年—1980年东太平洋南部地震与厄尔尼诺事件对应关系

$M_s \geq 6.0$ 地震发生频次	厄尔尼诺发生年
1965年 5次	1965年
1968年—1969年 3次	1968年—1969年
1972年 4次	1972年
1976年—1977年 1次	1976年—1977年

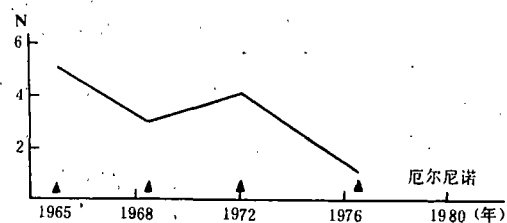


图3 东太平洋南部地区厄尔尼诺事件与地震的对应关系

Fig. 3 Relationship between the Elnio event and earthquake in the south of the east Pacific

本文对我国4个强震区的地震与厄尔尼诺事件的关系也进行了研究。1900—1990年这些地区的 $M_s \geq 7.0$ 地震高频年与厄尔尼诺事件相对应。其对应率在台湾地区为70.6%；青藏高原地区为52.9%；天山、阿尔泰地区为41.2%；华北块体东部地区为17.6%（表3、图4）。

2. 回归分析结果

本文采用多种数据处理方法,分别对全球、赤道太平洋、环太平洋地震带及中国地区,1900—1989年 $M_s \geq 7.0$ 和1900年—1980年 $M_s \geq 6.0$ 地震的频次、能量与厄尔尼诺事件发生的频次及强度指数的关系进行了回归分析。表4给出了厄尔尼诺事件发生频次与地震频次的回归分析结果,表5给出了厄尔尼诺事件强度指数 ENI 与地震能量的回归分析结果。上述结果表明,在大范围内,厄尔尼诺事件与地震活动无明显的相关关系。

3. 关联度分析结果

该方法是分析系统中各因素关联程度的定量方法,它的基本思想是根据曲线间的相似程度来判断因素间的关联程度。根据文献〔4〕,比较数列 x_i 与参考数列 x_0 的关联度

$$r_i = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \zeta_i(k) \quad .$$

式中 $\zeta(k)$ 为第 k 时刻比较数列 x_i 与参考数列 x_0 的相对差值, 称为 x_i 对 x_0 在 k 时刻的关联系数。一般认为, 若分辨系数 ζ 取 0.5, 则 r_i 的阈值为 0.733。因此, 若 r_i 小于 0.733, 则 x_i 与 x_0 无明显的关系。

表 3 1900—1990 年中国 4 个强震区的地震与厄尔尼诺事件的关系

区域	厄尔尼诺发生次数	对应次数	未对应次数	对应次数占总次数的百分比
台湾地区	17	12	5	70.5
青藏高原	17	9	8	52.9
天山地区	17	8	9	47.1
华北地区	17	3	14	17.6

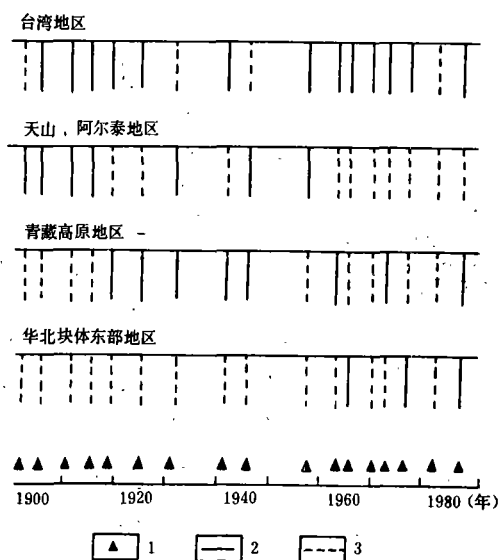


图 4 中国部分地区的地震与厄尔尼诺事件的关系

1. 厄尔尼诺 2. 地震 3. 未对应上

Fig. 4 Relationship between the Elnio event and earthquakes of multiseismic region in China

表 4 厄尔尼诺发生频次与地震频次的回归分析结果

时间 (年)	地区	震级 (Ms)	相关系数 r	显著水平 α	显著值 r_0	结果
1900—1980	全球	≥ 6.0	-0.146	0.05	0.707	不相关
1900—1989	全球	≥ 7.0	0.072	0.05	0.666	不相关
1900—1980	赤道太平洋	≥ 6.0	-0.399	0.05	0.707	不相关
1900—1980	环太平洋带	≥ 6.0	-0.205	0.05	0.707	不相关
1900—1989	中国	≥ 7.0	-0.380	0.05	0.666	不相关

表 5 厄尔尼诺强度指数与地震能量的回归分析结果

时间 (年)	地区	震级 (Ms)	相关系数 r	显著水平 α	显著值 r_0	结果
1949—1987	全球	≥ 7.0	-0.108	0.05	0.317	不相关
1949—1987	全球	≥ 6.0	0.280	0.05	0.317	不相关
1949—1987	赤道太平洋	≥ 6.0	0.016	0.05	0.317	不相关
1949—1987	中国	≥ 7.0	-0.175	0.05	0.317	不相关

作关联度计算时,数据的量纲应是相同的,若量纲不同,应化为无量纲量。此外,亦要求所有数据列具有公共交点。为此本文对数据作了如下处理:

(1)将各数据列的每个数除以各自数列的最大值,得到 $0 \leq x_i(k) \leq 1$ 的新数列($i=0, n$)。

(2)分别求无量纲化后的比较数列 x_i 与参考数列 x_0 的最小差值 Δ ,并用 Δ 对 x_i 或 x_0 进行修正。

本文取 1949—1987 年以月为时间尺度的厄尔尼诺指数(ENI),分别选取正、负指数数列作为参考数列 x_0 ,对复活节岛、中国地区 1949—1987 年的地震,取震级下限分别为 6.0 级、4.0 级(前震和余震不计),以月为时间尺度对地震能量(E)、最大震级(Mmax)及地震频次(N)进行统计,并将所得数列作为比较数列 x_i 。计算结果见表 6。由表 6 可知,关联度 r_i 均小于阈值 0.733,说明厄尔尼诺事件与这两个地区的地震无明显关系。

表 6 中国及复活节岛地区的地震活动
与正、负厄尔尼诺指数关联度计算结果

时 间 (年)	地 区	震 级 (Ms)	正厄尔尼诺			负厄尔尼诺			结 果
			E	Mmax	N	E	Mmax	N	
1949—1980	复活节岛 (43 区)	≥ 6.0	0.552	0.512	0.582	0.507	0.523	0.590	不相关
1949—1987	中 国	≥ 4.0	0.508	0.583	0.595	0.599	0.591	0.601	不相关

三、结论与讨论

综上所述,本文得出的主要结论如下:

(1)从全球整体范围来看,厄尔尼诺事件与地震活动似无明显的对应关系,但在局部地区两者似乎有明显的对应关系。例如,东太平洋隆起地区、菲律宾群岛及周围海域、新几内亚、墨西哥高原南部地区及南美洲地区,厄尔尼诺事件都与强地震的高频年相对应。

(2)在我国,大范围内的强震活动与厄尔尼诺事件无明显的对应关系,但一些强震多发区发生的地震与厄尔尼诺事件对应较好,例如,天山地区、青藏高原地区和台湾地区。华北地区发生的强震与厄尔尼诺事件也有一定的对应关系。

厄尔尼诺事件引起的影响往往是全球性的,而地震活动受区域地质构造背景及其他条件的控制,同时厄尔尼诺事件的发生周期比全球地震活动的周期短得多,因而在全球范围内,厄尔尼诺事件可能仅仅是地震的触发因素之一。

另外,厄尔尼诺事件发生时,常伴有局部的大旱或大涝,从而可以引起地壳块体内水含量的突变,使块体的总质量发生突变,由此引起地下应力场的变化,从而诱发地震。

吴富春和李炳乾对本文的研究给予了热情指导,在此表示感谢。

(本文 1991 年 4 月 10 日收到)

参考文献

- [1] 赵圣菊、姚彩文,厄尔尼诺与小麦赤霉病大流行关系的研究,灾害学,Vol. 9, No. 3, 1989.
- [2] 时振梁、赵荣国、王淑贞、王敬贤,世界地震目录,地图出版社,1986.
- [3] 卢玉贞译,厄尔尼诺现象带来的地震,国际地震动态, No. 7, 1988.
- [4] 邓聚龙,灰色系统的基本方法,华中理工大学出版社,1987.

ELNIO AND EARTHQUAKE

Zhang Chunsheng, Zeng Ming

(Seismological Bureau of Shaanxi Province, Xi'an, China)

Abstract

Based on the probability statistics, regression analysis and grey association analysis, the paper analysed and studied the seismic data in the seismicity areas in China and the global, and the Elnio phenomena. The results show that there is no obvious correlative relation between earthquakes and Elnio over a large range, but there is a good correlative relation between earthquakes and Elnio in a limited area. For example, Elnio always occurs in a high seismicity years in the areas as the eastern Pacific upward district and Philippines. There also exists a good correspondent relation in Taiwan and Qing—Zang Plateau regions in China.