

# 基于对称性的中国台湾地震趋势判断及物理基础<sup>\*</sup>

延军平, 李双双, 刘新颜, 万 佳, 刘栋杉

(陕西师范大学 旅游与环境学院, 陕西 西安 710062)

**摘 要:** 在灾害的综合研究中, 自然灾害风险评价是灾害研究的一个热点领域, 对自然灾害进行准确的趋势判断, 其理论和现实意义重大。以台湾地区地震空间对称性为切入点, 着重探讨了台湾地震空间对称轴存在的合理性及其物理基础, 结合可公度研究理论分析强震灾害趋势, 从而为判断地震灾害未来发生的时间、空间趋势提供一些理论思考和方法借鉴。结果表明, 台湾  $M \geq 7.2$  级地震在空间上具有明显的南北对称性特征, 其对称性有一定的动力学基础, 并且可以作为区域地震未来趋势判断的依据。其中 2012、2014 年台湾发生  $M \geq 7.2$  地震信号较强, 须密切关注此地震趋势信息。综合空间对称性的信息分析, 下次发生地震的可能地区是台湾中北部地区。该研究对认识重大灾害成因机制具有一定启示意义。

**关键词:** 地震; 对称性; 灾害趋势; 物理基础; 台湾

**中图分类号:** P315.75    **文献标志码:** A    **文章编号:** 1000-811X(2013)01-0011-05

针对目前灾害研究“单一手段多, 综合方法少; 害的风险多, 灾的风险少; 历史评价多, 趋势判断少; 学术研究多, 减灾价值少”的现象, 如果能把灾害简约出对称性结构, 并由表及里去逼近灾害物理机理, 逐步提高重大自然灾害趋势判断水平, 这可能是地理学对灾害研究的重要贡献。在前期重大灾害可公度结构研究的基础上<sup>[1-9]</sup>, 重在探索部分重大自然灾害的对称性结构, 这可能有助于提高灾害趋势的判断水平, 也为探索对称性结构物理机理提供一些基础认识。

不是所有灾害均具有对称性, 而是部分灾害更具有对称性; 不是所有区域的灾害均具有对称性, 而是部分区域的灾害更具有对称性; 不是所有时期的灾害均具有对称性, 而是部分时段的灾害可能更具有对称性。只有通过典型区域的大量实证分析, 不断对灾种、区域及时段进行甄别, 重大灾害的趋势判断才可能有所进展。

郑魁香依据板块运动、地体构造界线、活动断层分析和强震震中分布四个因素, 将中国台湾东西两个地震区共分成 8 个地震带, 研究台湾地区未来地震趋势认为: “2001 年是台湾地区百年来第 6 个地震活跃期的结束期。2002 年起台湾地区即将进入第 6 个平静期, 此平静期将持续 15 年左右 (2002-2016 年)。平静期中, 地震频次与规模均会降低至年平均水平以下, 15 年  $M \geq 7.0$  强震最多发生一次, N-T 图的年平均强震频度则降为 0.06 次/年”<sup>[10]</sup>。台湾地震趋势是否存在其它可能? 能否通过对称性分析, 逐步判断出台湾地震趋势, 仍需要不断的探索来寻找可能的答案。

基于此, 本文在中国台湾已有的地震研究基

础上, 着重探讨台湾地震地区空间对称轴存在的合理性, 结合表象特征寻找空间对称轴的物理学基础, 从而为判断地震灾害未来发生的时间、空间趋势提供一些理论的思考和方法上的借鉴。

## 1 研究方法

我们在前期应用可公度及对称性方法研究重大灾害趋势的基础上, 继续进行实证探索。在实际工作中, 一个完整的研究过程主要包括 5 个环节:

- (1) 用可公度方法确定预测目标年份;
- (2) 绘制蝴蝶结构图, 进一步判断可能年份及发生概率;
- (3) 构建网络结构系;
- (4) 构建空间对称性结构图, 判断可能区域;
- (5) 划分时空结构图, 确定可供参考的未来空间趋势。

## 2 时空对称性结构及物理原理

### 2.1 时间对称性

时间对称性, 即多周期叠加, 主要通过三元可公度对称法、四元可公度对称法和五元可公度对称法等进行计算确定, 其直观表现为蝴蝶结构图。

为了提高灾害趋势判断水平, 我们一般是根据所研究重大灾害年份数据的多少, 确定蝴蝶结构数量的下限组数。一般情况下, 同一灾害事件

\* 收稿日期: 2012-05-20    修回日期: 2012-07-13

基金项目: 国家自然科学基金项目(41171090)

作者简介: 延军平(1956-), 男, 汉族, 陕西绥德人, 教授, 博士生导师, 主要从事区域发展与自然灾害方面研究。

E-mail: yanjp@snnu.edu.cn

可有若干不同间隔的灾害序列组数,若干不同间隔序列的概率相加,可以计算出概率值总和。每个年份只能计算一次,不可重复计算。据此提出以下参考标准(表1)。

表1 具有一定预测意义的蝴蝶结构概率计算参考标准

灾害年份	相同间隔组	相同间隔预测统计概率%	不同间隔序列要求
$N \leq 5$	相同间隔组 $\geq 2$	$\geq 40$	$\geq 1$
$6 \leq N \leq 10$	相同间隔组 $\geq 3$	$\geq 30$	$\geq 2$
$11 \leq N \leq 15$	相同间隔组 $\geq 4$	$\geq 27$	$\geq 3$
$16 \leq N \leq 20$	相同间隔组 $\geq 5$	$\geq 25$	3 ~ 4
$N \geq 21$	相同间隔组 $\geq 6$	$\leq 30$	$\geq 4$

## 2.2 时间对称性原理

时间对称性原理的外在表现形式,主要包括波动变化、周期变化、叠加变化、共振变化等。时间对称性的内在基本原理,应该与太阳系及地球运动变化周期有关,如年运动周期,太阳黑子的年际周期,地球自转速度变化周期等(图1)。

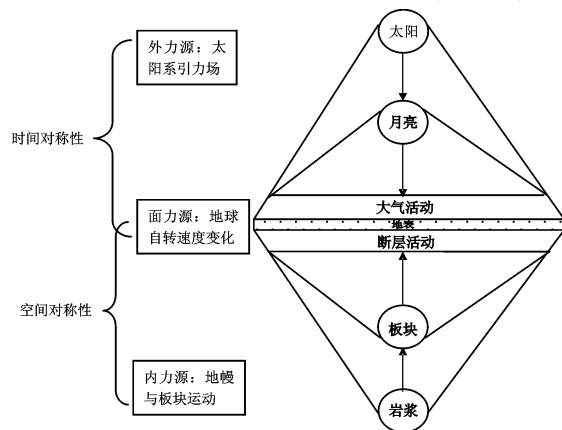


图1 时空对称性原理与物理力源的可能叠加

## 2.3 空间对称性

地震灾害可能更具有空间对称性特点。目前我们主要集中在研究地球表面地震震中的几何位置构成的不同形状等方面。地震空间对称性的几何表现形式,主要归类为直线对称、三边对称、四边对称及多边对称等。

全球范围的不同层次的空间对称性,可能直接控制着不同地区地震的空间分布形式。根据地震活动的空间特点,我们初步划分为:

空间一级对称性——南北半球对称性。

空间二级对称性——板块之间对称性。

空间三级对称性——构造区域即亚板块的对称性,如中国可划分为6大亚板块地震区。

空间四级对称性——构造块体对称性,如中国有15个构造块体地震区,如川滇区等。

空间五级对称性——断层对称性,即断层两

边的块体可能不具有对称性,但断层沿线的地震活动,可能具有等间距即对称特征。

## 2.4 空间对称性原理

地震活动的空间对称性,其内在原理可能主要与地球内部结构和活动有关(见图1),特别可能与岩浆活动及板块活动有关。由于地球运动直接受太阳系引力场控制,就地震灾害而言,也可能是时间对称性控制着空间对称性。

空间对称性原理的外在表现形式,主要包括振荡(平衡)对称、波浪(平衡)对称、钟摆(平衡)对称、填空(平衡)对称、迁移(平衡)对称和能量(平衡)对称等。这种外在平衡形式,可能包含着一定的物理原理。

## 3 台湾地震时间对称性结构分析

近110年来,台湾发生 $M \geq 7.2$ 地震的活动期不明显,具有时间分布的均匀性,更有利于探索时间可公度性及对称性。

根据近110年来台湾东部及近海10次 $M \geq 7.2$ 地震资料,即1902,1909,1922,1936,1951,1957,1986,1999,2002,2006年,应用可公度方法进行趋势判断,有如下计算结果。

三元方法:2012年2次(2019年2次), $X_6 + X_6 - X_1 = X_{11} = 2012$ , $X_6 + X_{10} - X_5 = X_{11} = 2012$ 。

四元方法:2012年5次,2015年4次,2016年4次。

根据图2进行蝴蝶结构的时间对称性分析,大致以1954年为对称点,图中虚线为对称轴,其对称结构更为典型。

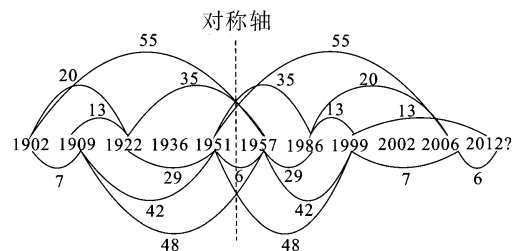


图2 近110年台湾及近海10次 $M \geq 7.2$ 地震及蝴蝶结构趋势

综合判断,2012年台湾发生 $M \geq 7.2$ 地震的概率为60%。

根据110年来台湾东部及远近海17次 $M \geq 7.2$ 地震资料,即1902,1909,1910,1915,1922,1935,1936,1951,1957,1959,1966,1972,1978,1986,1999,2002,2006年,应用可公度方法进行趋势判断,有如下计算结果。

三元方法:2012年7次(2013年4次,2014年9次)。

$X_4 + X_{15} - X_1 = X_{18} = 2012$ , $X_5 + X_{15} - X_2 =$

$X18 = 2012$ ,  $X6 + X14 - X2 = X18 = 2012$ ,

$X7 + X14 - X3 = X18 = 2012$ ,  $X9 + X17 - X8 =$

$X18 = 2012$ ,  $X12 + X17 - X11 = X18 = 2012$ ,

$X13 + X17 - X12 = X18 = 2012$ 。

四元方法: 2012 年 32 次, 2013 年 34 次, 2014 年 21 次, 2015 年 22 次。

综合判断, 2012、2014 年台湾发生  $M \geq 7.2$  地震的概率更高。

## 4 台湾地震空间对称性结构分析

对台湾东部及远近海 17 次  $M \geq 7.2$  地震活动的空间分布特征进行分析, 对强震发生的震中位置按发生时间顺序进行空间标注, 其具有明显的空间对称性结构。

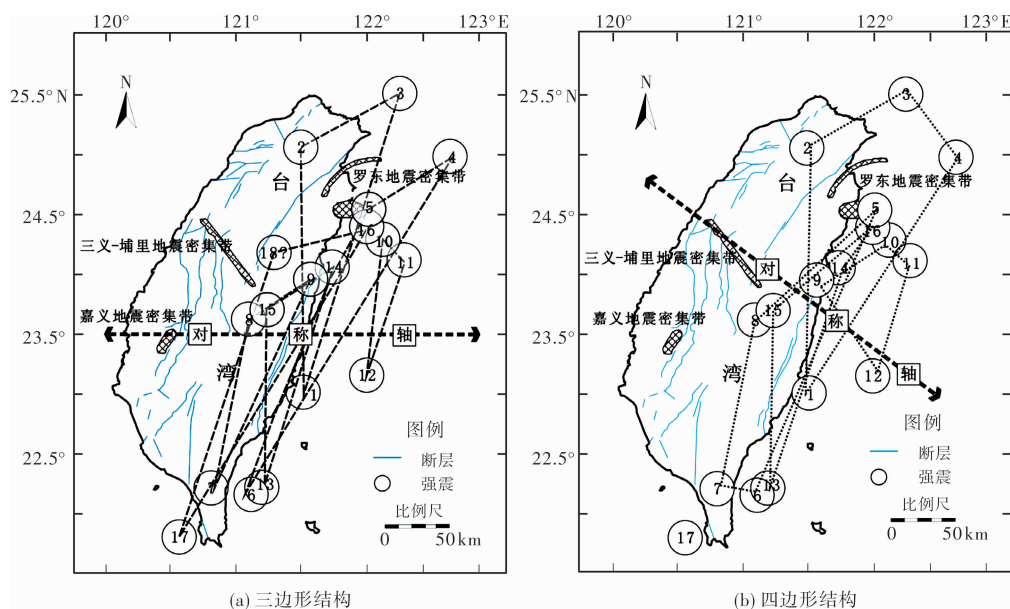


图3 台湾地区  $M \geq 7.2$  强震空间对称轴

## 5 地震空间对称轴的物理基础分析

物理原理、物理基础与物理机理是三个既有联系又存在不同的概念。物理原理是宏观机理, 物理机理是具体的动力学过程, 物理基础则是介于二者之间的中间状态, 物理基础是认识物理机理的基础。认识地震对称轴的物理基础, 是探索地震对称性物理机理的前提, 空间等间距现象则是形成对称轴的基础。

### 5.1 地质构造等间距特征

齐中文研究了辽河拗陷油气田分布的等间距与可公度性<sup>[11]</sup>, 其油气富集区分布周期是油气田(藏)分布周期的整数倍(图4)。

### 4.1 台湾东部及近海 17 次 $M \geq 7.2$ 地震的三边对称性

按时间发生顺序以 3 次地震为一期, 共可划分出 6 个地震期, 均可构成完整三角形, 第 6 个三角形为预测三角形, 即第 18 号地震。分析前 5 个三角形震中迁移特征(图 3a), 发现 5 个三角形均是一个顶点在南部, 另外两个顶点在北部, 故预测下次地震可能发生在台湾北部地区。

### 4.2 台湾东部及近海 17 次 $M \geq 7.2$ 地震的四边对称性

以 4 次地震为一期, 可划分出 4 个地震期。由图 3(b) 可见, 前 3 个四边形均呈现“三点同侧, 顺时针迁移”的特点, 且三个四边形的第二点均远距离跨轴发生, 故推测下次地震发生空间位置与三边对称一致, 即未来台湾北部可能发生较大震级强震。

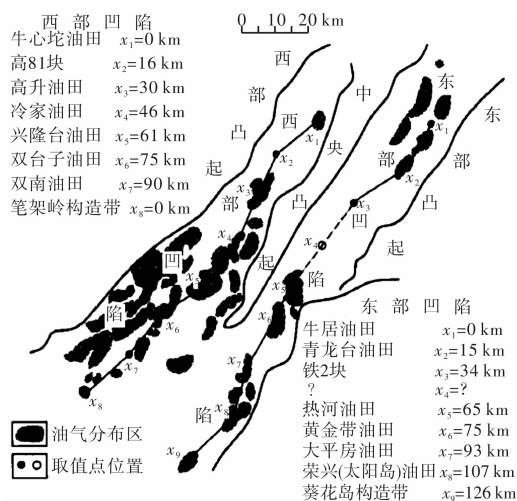


图4 辽河拗陷油气田(藏)平面分布取值示意图<sup>[11]</sup>

塔里木盆地的油气构造也具有等间距性, 见图 5。

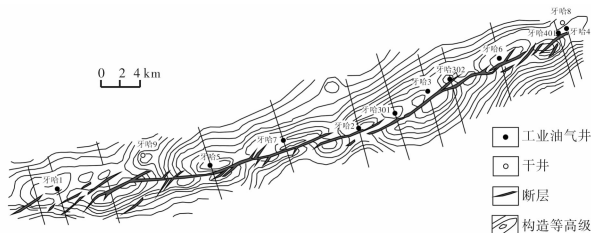


图 5 塔里木油气构造空间等间距性特征<sup>[12]</sup>

徐德义等研究了热液成矿分带的动力学机制, 认为热液成矿分带整体上常表现出一定程度的径向对称性或目标图斑结构<sup>[12]</sup>。

以上观点均表明, 空间等间距及对称性特征, 是地球活动的重要表现形式之一。

## 5.2 台湾地震对称轴的物理基础

台湾东西两边构造带不对称, 主作用力来自菲律宾海板块。由于有菲律宾海板块阻挡的影响, 太平洋板块不会直接与台湾岛相撞, 因此也不会发生像 2011 年日本北部那样的 9.0 级特大地震。台湾岛内断层主体延伸方向(图 6)与台湾岛轮廓延伸方向一致<sup>[13]</sup>, 主要为南北向, 且东西多变化。

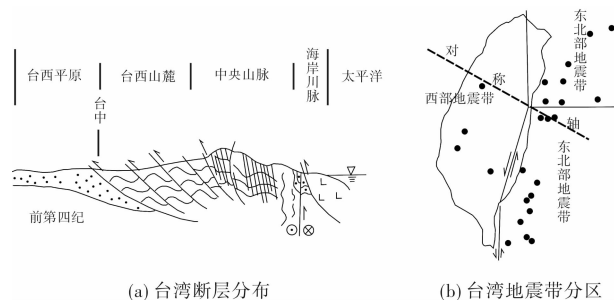


图 6 台湾断层分布与地震带分区<sup>[13]</sup>

图 3 中台湾地震四边形对称轴, 把台湾地震区划分为南北两部分, 该对称轴与图 6 中以花莲为界的东北部地震带与东部地震带的分界位置基本一致, 说明本文讨论的地震对称轴有一定的物理基础。

## 5.3 板块俯冲带的控制作用

从深源地震的分布特征看, 台湾岛附近的地震仍具有空间对称性, 其物理基础是板块俯冲带的控制作用。陈大庆等研究认为, 台湾地区北西向构造研究最新进展显示, 以北西走向的北部菲律宾板块俯冲带与南部南海次板块俯冲带为交界线(图 7), 其南北两个区域深源地震分布具有对称性, 这表明该区域构造两个方向相反的俯冲带起到了控制作用<sup>[14]</sup>。

该对称性的对称轴, 与本文根据地震活动特征划分的对称轴基本一致, 其中两个方向相反的俯冲带所起到的控制作用, 正是形成该对称轴的物理基础。

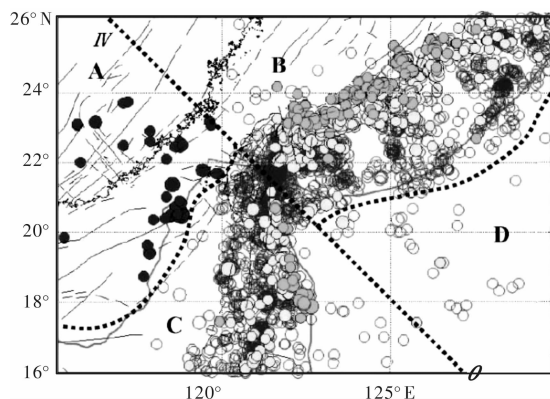


图 7 台湾地震空间对称轴分布图<sup>[14]</sup>

## 6 结论

实践是检验真理的唯一标准。应用对称性方法进行重大地震灾害趋势判断, 需要不断探索和完善。2012、2014 年中国台湾地区发生  $M \geq 7.2$  地震的信号较强, 要密切关注这个地震趋势的信息。综合空间对称性的信息分析, 下次发生地震的可能地区是台湾中北部地区。

南北振荡性是台湾地区  $M \geq 7.2$  地震空间活动的主要特点, 南北振荡即南北对称, 确定对称轴是认识对称性物理机理的前提。

空间对称性的物理基础作用链是: 内在对称性 → 地质构造 → 地震构造 → 地震对称 → 外在对称性。

## 参考文献:

- [1] 延军平, 闫娜. 关于地震预测体系构建的可能性及验证[J]. 陕西师范大学学报: 哲学社会科学版, 2008, 37(5): 19-23.
- [2] 龙小霞, 延军平, 孙虎, 等. 基于可公度方法的川滇地区地震趋势研究[J]. 灾害学, 2006, 21(3): 81-84.
- [3] 延军平, 白晶, 苏坤慧. 对称性与部分重大自然灾害趋势研究[J]. 地理研究, 2011, 30(7): 1159-1168.
- [4] 白晶, 延军平, 苏坤慧. 新疆  $M_s \geq 7$  地震时空对称性及未来趋势判断[J]. 内陆地震, 2010, 24(4): 323-329.
- [5] 闫军辉, 延军平. 新疆喀什地区地震活动趋势—基于可公度方法的研究[J]. 自然灾害学报, 2011, 20(6): 177-180.
- [6] 翁文波. 可公度性[J]. 地球物理学报, 1981, 24(2): 151-154.
- [7] 翁文波. 预测论基础[M]. 北京: 石油工业出版社, 1984.
- [8] 延军平, 闫军辉, 白晶, 等. 基于可公度方法的陕西及邻近地区重大自然灾害发生趋势探讨[J]. 灾害学, 2010, 25(2): 18-20.
- [9] 徐道一, 王明太, 耿庆国, 等. 翁文波院士的信息预测理论体系的创新性及其意义[J]. 地球物理学进展, 2007, 22(4): 1375-1379.
- [10] 郑魁香. 地震趋势分析法在台湾地区的应用[J]. 地震研究, 2003, 26(2): 112-119.
- [11] 齐中文. 油气田(藏)分布的概周期与可公度性[J]. 石油勘探与开发, 1998, 26(4): 103-107.
- [12] 徐德义, 於崇文, 鲍征宇. 热液成矿分带的径向对称性[J]. 地学前缘, 2005, 12(2): 303-308.
- [13] 李祥根. 中国地震构造运动[M]. 北京: 地震出版社, 2010: 128-129.
- [14] 陈大庆, 杨马陵. 台湾地震对称分区及与粤闽交界中强地震的对应关系[J]. 华南地震, 2010, 30(S0): 69-75.

(下转第 27 页)