

# Principle of Earthquake Occurrence and Seismic Radius

Zhe Yin<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Mathematics Department, Yanbian University, Yanji

<sup>2</sup>Department of Information Management, Peking University, Beijing

Email: yinzhe@ybu.edu.cn

Received: Jul. 12th, 2011; revised: Jul. 25th, 2011; accepted: Aug. 26th, 2011.

**Abstract:** Through analysis of stress concentration and stress relief, this paper provides the principle that earthquake will occur when variation of the earth's crust temperature per unit time reaches a certain degree. Besides, the condition and nature of earthquake occurrence have been also analyzed. At last, we describe the basis of regionality and the error range of co-planarity and symmetry principle of earthquake occurrence by introduction of the concept of seismic radius, which makes it possible that the earth becomes sphere step by step.

**Keywords:** Principle of Earthquake Occurrence; Seismic Radius; Stress Relief; Buckets Effect

## 地震发生原理及地震半径原理

尹哲<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>延边大学数学系, 延吉

<sup>2</sup>北京大学信息管理系, 北京

Email: yinzhe@ybu.edu.cn

收稿日期: 2011年7月12日; 修回日期: 2011年7月25日; 录用日期: 2011年8月26日

**摘要:** 本文通过应力集中与应力释放分析, 提出了地壳中单位时间内温度变化量达到一定程度时产生地震的原理。并分析了发生地震的条件、地震性质, 通过引入地震半径的概念阐述了地震发生的区域性及地震发生对称性与共面性原理的误差邻域的依据, 使得地球向球体逐步回归变得可能。

**关键词:** 地震发生原理; 地震半径; 应力释放; “木桶效应”性

### 1. 引言

地壳是通过长年物理或化学反应形成的一个压应力层, 处于很大的拉应力状态。地壳形成的高温软化, 通过自身的形变消除内部应力, 逐渐冷却至常温。最后地壳处于内部受拉而外部受压的应力状态, 通过地震便会发生应力释放。

由于地壳内外层降温速度不同, 表层先收缩而内层收缩迟缓。结果内层因被压缩受压应力, 表层受张应力。最后表层已经硬化停止收缩, 而内层仍在降温收缩。

应力释放(stress relief)是指物体内的应力由于释放能量而降低的现象; 确切地说是能量释放。一种情况是应力集中地区导致应力释放; 另一种是在非应力集中地区导致应力释放。上述两个条件是地壳岩体失稳并趋稳的主要条件。在地壳中应力释放的主要方式就是地震。

### 2. 地震发生原理

地震发生原理: 地壳是通过高温液态硅化合物逐渐冷却形成的内受应力、外受张力的钢化球面。从地表常温处到地球内部高温处的不断深入, 因温差的缘故, 收缩量不断变小。当地壳或固态地幔某一处的单位时间内温度变化量达到一定程度时, 就会产生爆裂现象, 这就是地震。

应力集中与应力释放是并存的, 正如海沟海岭并存一样。以下是地震发生的几种条件。

1) 地震发生的共面性与对称性<sup>[1]</sup>: 参考文献[1]中已经提出地球运动逐渐趋于正球体, 所以其条件是赤道平行切平面与黄道平行切平面必须趋于圆。2010年12月17日, 美国航天局对外公布了月球勘测轨道飞行器携带的月球轨道飞行器激光测高仪(LOLA)对该地点进行的高度测量。(图1<sup>[2]</sup>)明确说明月球表面陨石坑的浮平, 正是说明这一点。

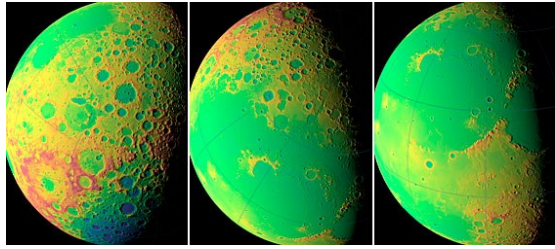


Figure 1. Selenograph  
图 1. 月球表面图

2) 地震发生的有裂易裂性: 根据断裂力学原理应力集中迅速。洲际板块的接壤处正是地壳薄、单位深度温差变化大, 所以是地震多发区。还有余震现象。

3) 地震发生的应力集中重复性: 地球趋于正球体的过程中某一震点不可能一次地震来完成, 须经过多次应力集中与地震来完成。

4) 地震发生的平原(或盆地)与山脉(或高原)接壤区域优先性: 令  $f$  是温度对时间的函数时, 此区域就是函数  $f$  的导数的地震临界极大值邻域(图 2)。亦即是地震易发区域。比如 1976 年中国唐山地区、1995 年日本神户新长田地区、2008 年中国汶川地区、2010 年海地太子港地区等等。

5) 地震发生的“木桶效应”性: “木桶效应”应是指一只水桶想盛满水, 必须每块木板都一样平齐且无破损, 如果这只桶的木板中有一块不齐或者某块木板下面有破洞, 这只桶就无法盛满水。是说一只水桶能盛多少水, 并不取决于最长的那块木板, 而是取决于最短的那块木板。说明地球趋于正球体的过程中地震优先发生在地表中地球半径最小的区域。(图 1)月球陨石坑的浮平现象。

6) 应力集中与应力释放的恒距性: 正如地震有震级上界一样, 地震也具有应力集中与应力释放的数学期望恒距——地震半径。亦即文献[1]地震发生共面性与对称性原理的误差邻域半径。

### 3. 地震性质

当地壳或固态地幔某一处的温度对时间函数的导数达到一定程度时, 产生爆裂现象叫地震。

地震有如下性质:

1) 裂缝单曲面性: 地震裂面因为地球自转的缘故, 先形成近似平面而且通常是一个裂面, 如图 7。共面余震发生时裂缝曲面增大、震级减小; 当在地震

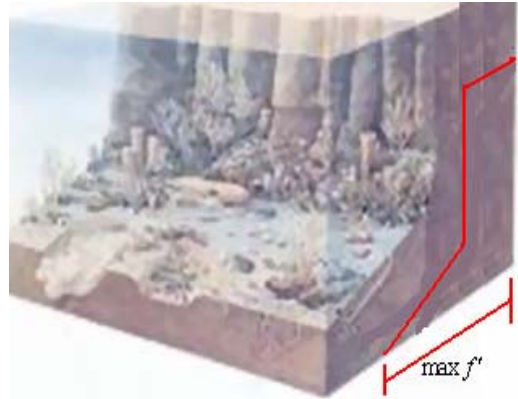


Figure 2. Graph of neighboring alpine and plane  
图 2. 高山与平原接壤图

区域发生震级相对较高的地震发生时, 此地震不是余震是重复震, 通常另产生新的震裂近似平面。如图 11。

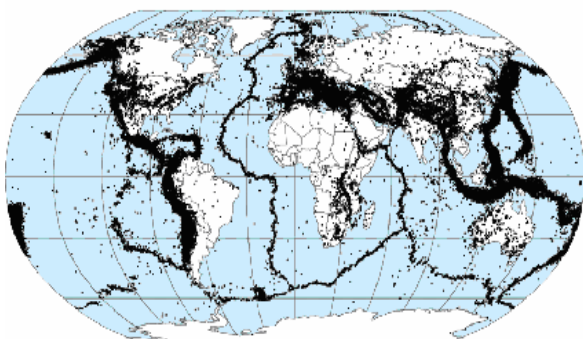
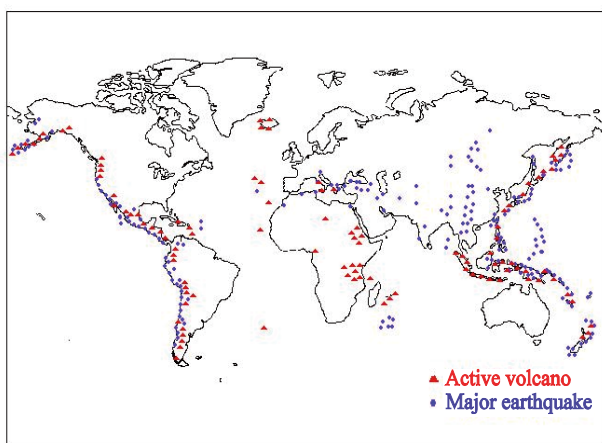
2) 空缝震与火山震: 地幔没有涌入地震裂缝的地震叫空缝震, 地幔涌入地震裂缝的区域地震叫火山震。火山震裂缝到地表, 则叫火山。因为地幔流入把温度函数导数大的区域增加, 故火山震点拟合曲线方差大、空缝震点拟合曲线方差小。如图 4<sup>[3]</sup>。

说明: 图 4<sup>[3]</sup>中粗线部分为火山震分布、细线部分为空缝震分布, 同世界火山带分布图(图 5<sup>[4]</sup>)完全吻合。

3) 地震震裂的阶段性与重复性: 地震震裂不是一次性完成, 而是多次且几个小时间隔或数日间隔分阶段完成(单裂缝或相关多裂缝, 空缝震具有二叉结构, 火山震因为地幔流入的缘故震点增加, 具有多域独立性)。通常所说的余震。



Figure 3. Stress concentration point and seismic radius  
图 3. 应力集中点与地震半径区域

World earthquake distribution map  
1963-1998Figure 4. World earthquake distribution map  
图 4. 世界地震分布图Figure 5. World volcanic belt distribution map  
图 5. 世界火山带分布图

根据表 1<sup>[5]</sup>的样本数据进行聚类分析, 看似同类余震, 但实际上是两个类地震。其原因是火山震。分布如图 6, 坐标系单位是公里。

根据表 2<sup>[6]</sup>的样本数据进行分析结果是空缝震, 震裂出四个平面。地震 1、2、3、4 号先形成裂面 A(图 7、图 11), 地震 3、5、6、7、8、9、10、12、14、15、17、18 号其次形成裂面 B(图 8、图 11), 地震 2、11、13、17、18 号再次形成裂面 C(图 9、图 11), 地震 9、16、17 号最后形成裂面 D(图 10、图 11)。

A、B、C、D 四个平面是互为相关、互为相交的近似平面。为了说明震裂共面性, 图 7、图 8、图 9、图 10 是经过三维坐标系旋转得出的, 其单位为经度、纬度和公里。

4) 地震纵波与横波: 地震裂面的法线方向叫地震波方向。裂面法线接近地表面法线方向, 则是纵波;

裂面法线接近垂直地表面法线方向, 则是横波。当发生横波震时产生海啸的概率大、当发生纵波震时发生海啸的概率小。当然还要考虑震级。

Table 1. Sample data of earthquake (1)  
表 1. 地震样本数据(1)

NO.	发震时刻(UTC)	纬度(°)	经度(°)	深度(km)	Ms	参考地点
1	1986/05/07 20:43:30.1	51.40N	-174.91E	22	6.3	ANDREANOF ISLANDS
2	1986/05/07 22:47:09.4	51.72N	-174.95E	29	7.7	ANDREANOF ISLANDS
3	1986/05/08 01:11:00.8	51.11N	-176.66E	32	6.7	ANDREANOF ISLANDS
4	1986/05/08 01:15:13.7	51.21N	-176.77E	33	6.4	ANDREANOF ISLANDS
5	1986/05/08 01:20:57.8	51.58N	-177.16E	33	6.5	ANDREANOF ISLANDS
6	1986/05/08 02:03:59.1	51.10N	-176.83E	36	6.2	ANDREANOF ISLANDS
7	1986/05/08 04:03:48.2	51.18N	-176.43E	31	5.9	ANDREANOF ISLANDS
8	1986/05/08 05:37:18.5	51.39N	-175.30E	16	6.5	ANDREANOF ISLANDS
9	1986/05/09 01:05:30.2	51.04N	-176.77E	43	5.8	ANDREANOF ISLANDS
10	1986/05/09 01:08:09.4	51.38N	-177.03E	29	5.9	ANDREANOF ISLANDS

Table 2. Sample data of earthquake (2)  
表 2. 地震样本数据(2)

NO.	发震时刻(UTC)	纬度(°)	经度(°)	深度(km)	Ms	参考地点
1	1970/01/04 17:00:37.0	24.20N	102.68E	13	7.8	YUNNAN, CHINA
2	1970/01/04 17:32:40.1	24.20N	102.50E	33	5.3	YUNNAN, CHINA
3	1970/01/04 18:31:00.0	24.00N	102.70E	20	4.2	YUNNAN, CHINA
4	1970/01/04 18:32:10.0	24.30N	102.30E	41	4.2	YUNNAN, CHINA
5	1970/01/04 18:42:41.0	24.20N	102.40E	20	4.1	YUNNAN, CHINA
6	1970/01/04 19:42:00.0	24.00N	102.30E	20	4.3	YUNNAN, CHINA
7	1970/01/04 19:47:02.0	24.20N	102.40E	20	4.2	YUNNAN, CHINA
8	1970/01/04 20:36:07.0	24.10N	102.30E	20	4.2	YUNNAN, CHINA
9	1970/01/04 20:58:23.0	24.10N	102.60E	20	4.1	YUNNAN, CHINA
10	1970/01/04 21:01:17.0	24.20N	102.60E	20	4.2	YUNNAN, CHINA
11	1970/01/04 21:44:33.2	24.25N	102.53E	32	5.5	YUNNAN, CHINA
12	1970/01/04 22:56:29.0	24.00N	102.80E	20	4.2	YUNNAN, CHINA
13	1970/01/05 04:19:59.0	24.30N	102.50E	10	4.8	YUNNAN, CHINA
14	1970/01/05 11:49:08.8	24.06N	103.08E	20	5.9	YUNNAN, CHINA
15	1970/01/05 13:54:09.0	24.00N	102.80E	20	4.2	YUNNAN, CHINA
16	1970/01/05 14:21:30.8	24.08N	102.68E	15	5.3	YUNNAN, CHINA
17	1970/01/05 16:30:11.0	24.20N	102.50E	20	4.0	YUNNAN, CHINA
18	1970/01/05 17:10:54.0	24.30N	102.50E	20	4.0	YUNNAN, CHINA



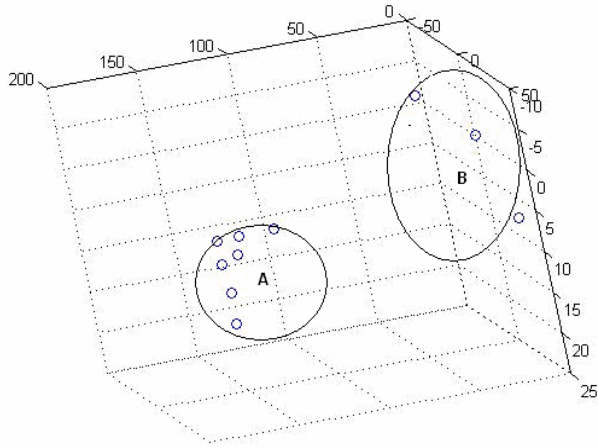


Figure 6. Clustering of volcanic earthquake point  
图 6. 火山震点聚类图

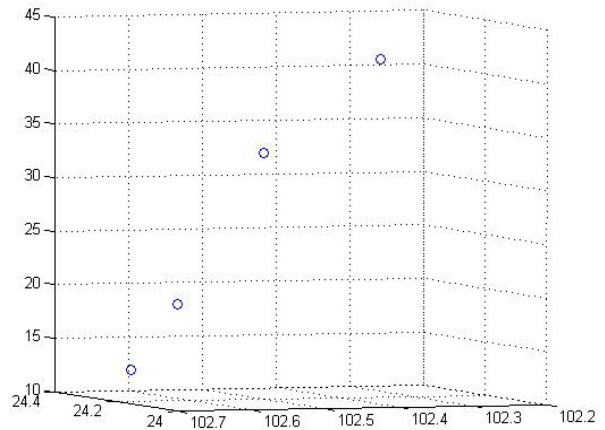


Figure 7. The first coplanarity A of hollow joint earthquake  
图 7. 空缝震第一共面 A 震点线

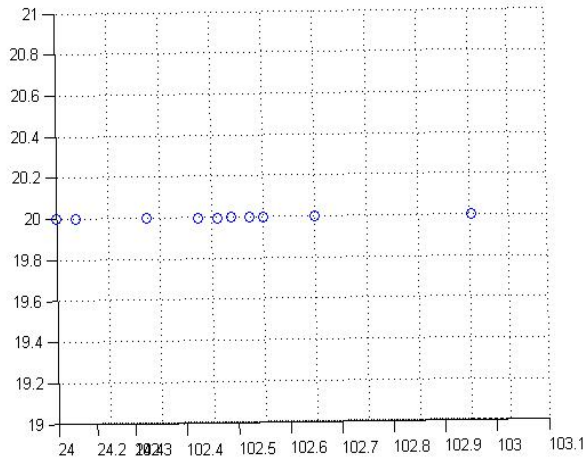


Figure 8. The first coplanarity B of hollow joint earthquake  
图 8. 空缝震第二共面 B 震点线

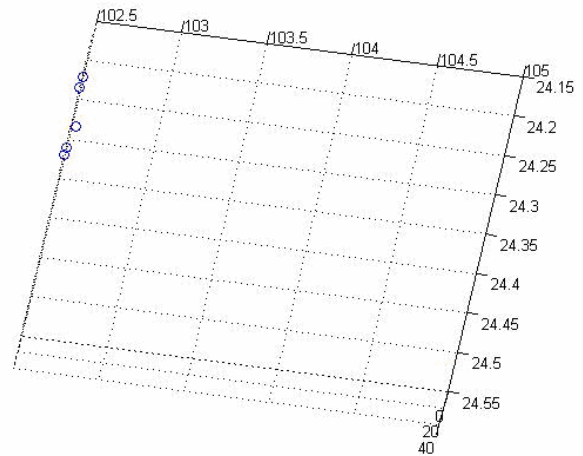


Figure 9. The first coplanarity C of hollow joint earthquake  
图 9. 空缝震第三共面 C 震点线

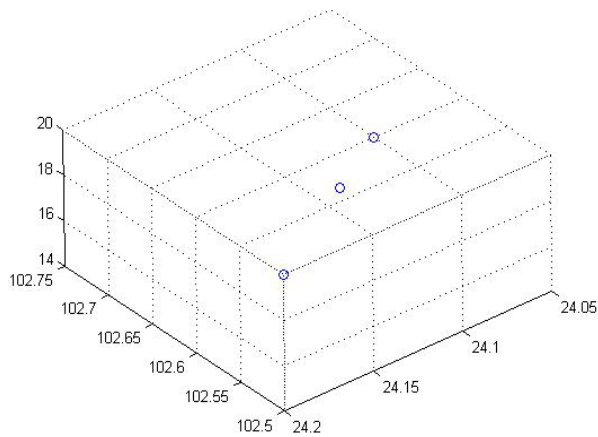


Figure 10. The first coplanarity D of hollow joint earthquake  
图 10. 空缝震第四共面 D 震点线

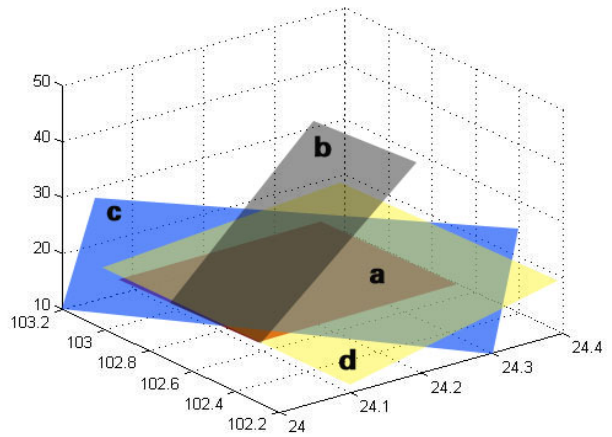


Figure 11. Four intersecting planes  
图 11. 震点共面四个相交平面

#### 4. 地震半径

应力的释放与应力的集中是辩证关系，是相互转换的。通过地震应力释放与应力集中的数次转化，地球逐渐变化成正球体。

地震半径：地震应力集中点集或线集到最近地震点集(应力释放点集)之间距离的数学期望叫做地震半径。

表 3 是样本地震半径：

通过(表 3)样本地震半径算出数学期望的地震半径的近似值是 1746 公里。

参考文献[1]地震发生的对称性与共面性原理的误差范围显然是与地震半径有关，可以计算。如图 3 所示，即使 B 点是对称点，根据地震半径原理地震发生在 C 线上。其中 A 点或 A 线是应力集中区域。

通过钢化玻璃球的爆裂实验可以大胆预测，地球

固态地壳平均厚度就是地震半径，其真实性今后有待论证。

#### 5. 经济发展区域与地震半径之间的关系

“经济发展区域”包括“建设奥运举办城市”物理上的解释是地球运动中区域转动惯量增加过程或区域应力集中过程。这些区域为圆心(或当区域具有线性时动态圆心)，地震半径为圆半径的圆周曲线就是应力释放区域。震点在圆周曲线上满足地震发生条件 2、4、5 的区域，发生地震时间是根据参考文献[1]对称点或共面点落在应力释放区域，且温度函数导数达到临界值。

20 世纪 70 年代中期日本经济迅速发展，中国国家地震科学数据中心提供的自 1970 年 1 月 1 日至 2010 年 9 月 30 日 40 年间中国东北部共发生 6 级以上地震 13 次，其中 1975 年 1 月 1 日至 1977 年 12 月 31 日 3 年间

Table 3. Sample data of seismic radius  
表 3. 样本地震半径数据

地震半径端点区域	样本端点 A 经纬坐标	样本端点 B 经纬坐标	样本地震半径(km)
Aleutian Islands-Chukchi Peninsula(Arc radius)	(174.902, 66.722)	(178.593, 51.399)	1718.05 km
Kuril Islands-Jules Mountain Jug	(136.582, 60.064)	(155.654, 49.553)	1681.46 km
Japanese archipelago-China Daxinganling	(140.009, 35.567)	(122.958, 44.119)	1734.63 km
Ryukyu Islands-China's Loess Plateau	(128.935, 27.371)	(111.533, 32.916)	1783.40 km
China Taiwan-Kyushu—Palau ridge	(120.761, 23.563)	(135.703, 19.476)	1611.54 km
Philippines-Mariana Islands	(126.826, 7.972)	(142.998, 12.640)	1844.99 km
Vietnam Long Mountains-Philippines	(108.017, 14.859)	(121.640, 13.239)	1481.80 km
Sumatra-Kalimantan	(115.224, 2.021)	(100.107, 1.581)	1683.43 km
Kuala wow i.-Australia	(113.027, -8.841)	(116.894, -23.644)	1698.01 km
Mao grams Mountains-Barkley Tableland, Australia	(140.800, -4.390)	(134.384, -18.979)	1767.63 km
Mao grams Mountains-Truk Islands	(140.800, -4.390)	(140.361, 10.141)	1620.37 km
Solomon Islands-Australia's Great Dividing Range	(147.656, -20.632)	(157.412, -8.059)	1749.39 km
Australia's Great Dividing Range-The end of the new He Buli Islands	(152.314, -25.403)	(168.486, -19.394)	1791.86 km
Tonga Islands-The end of the new He Buli Islands	(-175.693, -19.145)	(168.486, -19.394)	1713.14 km
Tuvalu Islands-The end of the new He Buli Islands	(177.451, -7.100)	(168.486, -19.394)	1677.27 km
Solomon Islands-Gilbert Islands	(173.847, -0.703)	(160.224, -8.494)	1741.84 km
Line Islands-Phoenix Islands	(-176.923, 4.390)	(-160.927, 5.703)	1779.30 km
Hawaii-Line Islands	(-158.906, 22.512)	(-162.421, 7.188)	1745.55 km
New Zealand-Australia	(166.464, -45.274)	(149.853, -36.244)	1718.67 km
New Zealand-Antarctica - Pacific Ridge	(166.464, -45.274)	(158.291, -58.995)	1623.45 km
Australia-Perth—South East Indian Ocean Rise	(116.982, -34.669)	(110.566, -49.781)	1761.41 km
90 degrees east longitude ridge-In the Indian Ocean Ridge	(88.945, -7.536)	(73.740, -4.390)	1718.53 km
Madagascar-In the Indian Ocean Ridge	(65.478, -18.229)	(48.955, -19.145)	1736.98 km
Southwest Indian Ridge-South Africa's Drakensberg Mountains	(41.132, -42.228)	(26.279, -33.063)	1655.73 km
Maldives Islands-90 degrees east longitude ridge	(73.300, 2.196)	(89.560, 1.581)	1810.32 km
India's Western Ghats-Carlsberg Ridge	(62.578, 5.003)	(74.970, 13.923)	1683.20 km
Florida Peninsula -Mexico Department of Bradley Mountain West	(-82.880, 27.761)	(-98.261, 19.808)	1797.51 km
Dominican Republic-Costa Rica	(-70.400, 18.895)	(-83.583, 9.622)	1755.30 km
Mid-Atlantic Ridge-African Villa Plateau	(11.777, -20.961)	(11.953, -17.983)	2573.55 km

中国东北部共发生 6 级以上地震 7 次，占 53.84%。中国东北部地震中心唐山到日本东京经济区域间的距离正是地震半径。

近年经济发达地区还有中国北京、上海经济区域；新兴印度经济发展区域；欧盟经济发达区域。近年奥运举办城市有美国亚特兰大、澳大利亚悉尼、希腊雅典、中国北京及即将举办的英国伦敦。经过简单相关性分析统计计算就可以得出经济急速发展区域与地震半径之间的相关性。

## 6. 结束语

研究地震的目的是进行预测，以减少灾害。根据目前已知信息，可以预测将来 6 级以上地震的发生顺序及区域。要考虑地震发生的共面性与对称性；要考虑地表温度的急剧下降区域；要考虑经济急速发展区域的地震半径距离及平原与高山、盆地与高原之间的接壤地区；要考虑地球与回归球体间的质量方差。“金

砖四国”(BRIC)地震半径圆周上温度对时间函数的导数偏大(可计算)区域是下一震源，“灵猫六国”(CIVITS)是候选。下一步要做地震发生时间序列分析。

## 参考文献 (References)

- [1] Z. Yin. The co-planarity and symmetry principle of earthquake occurrence. *International Journal of Geosciences*, 2010, 1(1): 38-45.
- [2] 中国日报网站——环球在线. NASA 展示月球远测照，精细程度创世界纪录[URL], 2010.  
<http://news.hexun.com/2010-12-21/126313156.html?from=rss>
- [3] NASA.  
[http://www.wuala.com/Luzius/Documents/Information/Quake\\_epicenters\\_1963-98.png](http://www.wuala.com/Luzius/Documents/Information/Quake_epicenters_1963-98.png)
- [4] A. Bennett. Where do volcanoes and earthquakes occur?  
<http://www.geography.learnontheinternet.co.uk/vgd/resources/nathaz/where.doc>
- [5] US Geological Survey. Earthquakes with 1000 or more death since 1900, 2010.  
[http://earthquake.usgs.gov/regional/world/world\\_deaths.php](http://earthquake.usgs.gov/regional/world/world_deaths.php)
- [6] 中国地震科学数据共享中心. 中国地震台网统一地震目录 [URL]. <http://data.earthquake.cn/data>