

2008/05/12四川汶川地震介紹



- 1.地體構造與震源機制
- 2.地震有感範圍
- 3.地震前兆
- 4.災害照片

張道明

2008/06/16 NCEE

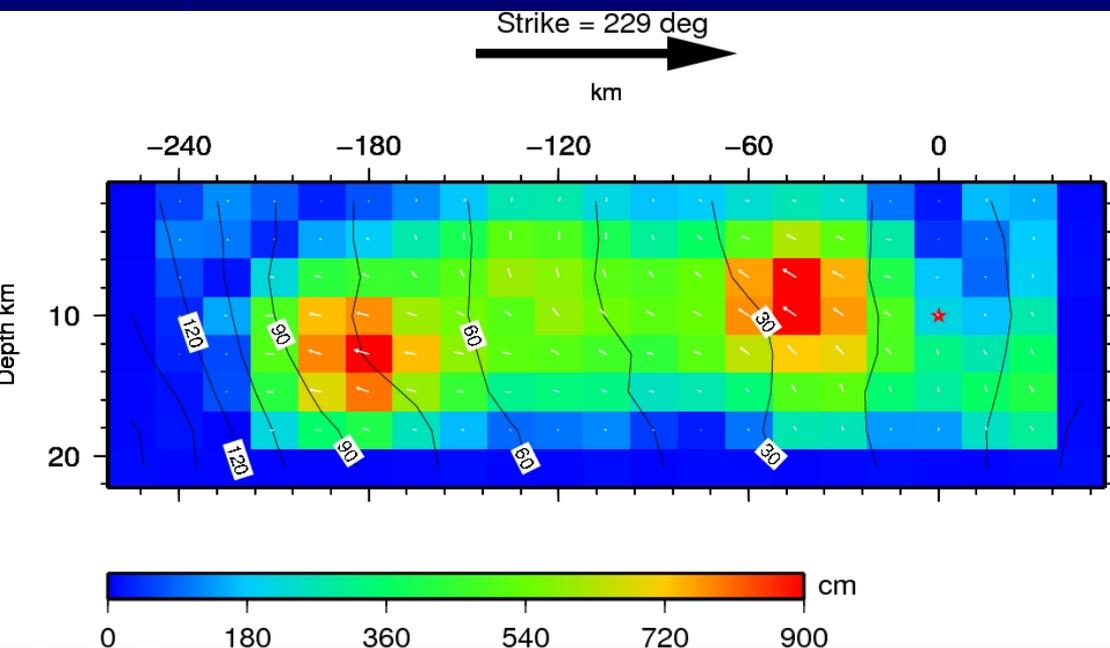
美國地質調查所USGS公布之地震參數

2008/05/12 14:28:00 31.021° N, 103.367° E, 深度10 km

At least 8,500 people killed. Felt widely in China. Also felt in parts of Thailand and Taiwan. **(Day 1)**

Longmenshan(龍門山) fault or a tectonically related fault.

The magnitude 7.5 earthquake of August 25, 1933, killed more than 9,300 people.



特性：逆衝斷層
 比對地形、構造運動後主破裂面為
 東北-西南走向向西傾斜
 青藏高原向東南逆衝

震源機制

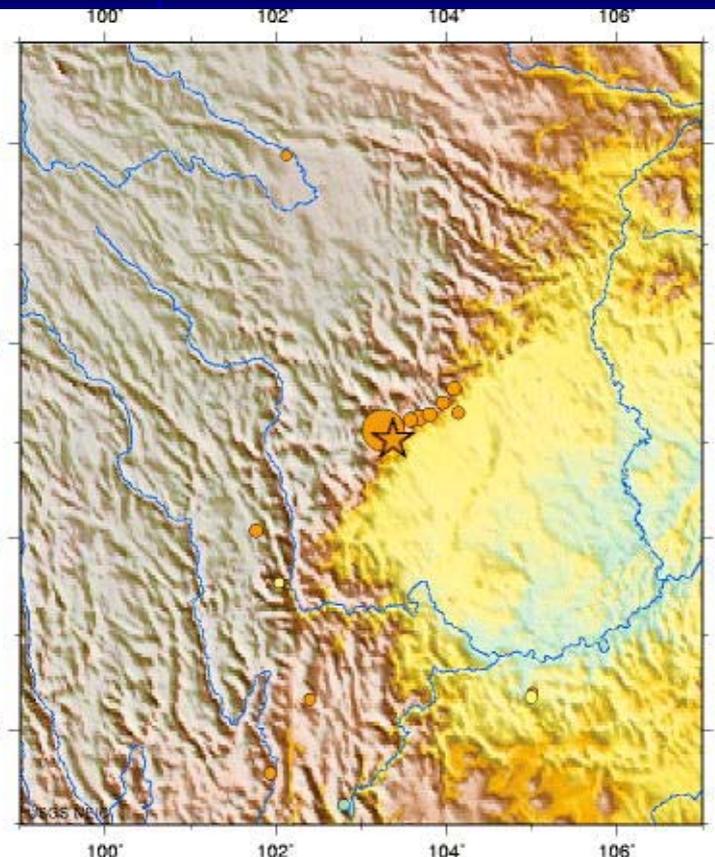


USGS

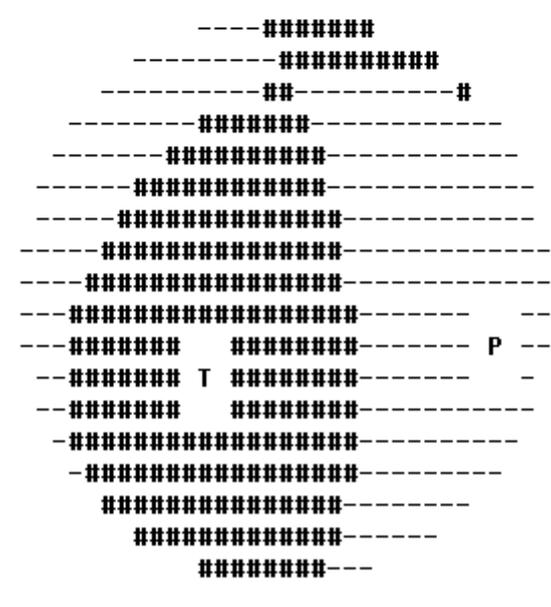
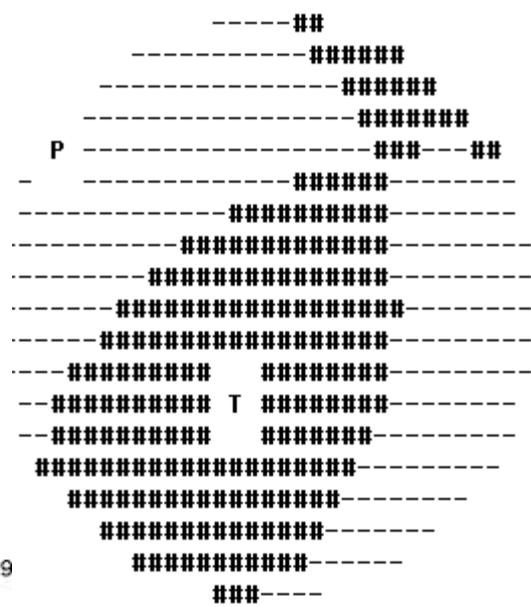
餘震：主震東北側

USGS CENTROID MOMENT TENSOR
 08/05/12 06:28:49.29
 Centroid: 31.969 104.231
 Depth 16 No. of sta:155
 Moment Tensor; Scale 10**20 Nm
 Mrr= 5.47 Mtt=-0.57
 Mpp=-4.90 Mrt=-4.34
 Mrp= 1.10 Mtp=-3.48
 Principal axes:
 T Val= 8.27 Plg=57 Azm=202
 N -1.31 31 36
 P -6.96 6 302
 Best Double Couple: Mo=7.6*10**20
 IP1: Strike= 2 Dip=47 Slip= 45
 IP2: 238 59 128

CENTROID-MOMENT-TENSOR SOLUTION
 GCMT EVENT: M200805120628A
 DATA: II IU CU G IC GE
 MANTLE WAVES: 99S, 238C, T=150
 TIMESTAMP: Q-20080512075125
 CENTROID LOCATION:
 ORIGIN TIME: 06:28:41.4 0.1
 LAT:31.49N 0.01;LON:104.11E 0.01
 DEP: 12.0 FIX;TRIANG HDUR: 22.2
 MOMENT TENSOR: SCALE 10**28 D-CM
 RR= 0.563 0.003; TT= 0.026 0.002
 PP=-0.589 0.002; RT=-0.285 0.030
 RP= 0.620 0.023; TP=-0.313 0.002
 PRINCIPAL AXES:
 1.(T) VAL= 0.991;PLG=57;AZM=227
 2.(N) -0.096; 25; 2
 3.(P) -0.895; 20; 103
 BEST DBLE.COUPLE:MO= 9.43*10**27
 NP1: STRIKE=229;DIP=33;SLIP= 141
 NP2: STRIKE=352;DIP=70;SLIP= 63



EASTERN SICHUAN, CHINA
 2008 05 12 06:28:00 UTC 31.02N 103.37E Depth: 10.0 km, Magnitude: 7.9
 Seismicity in 2008

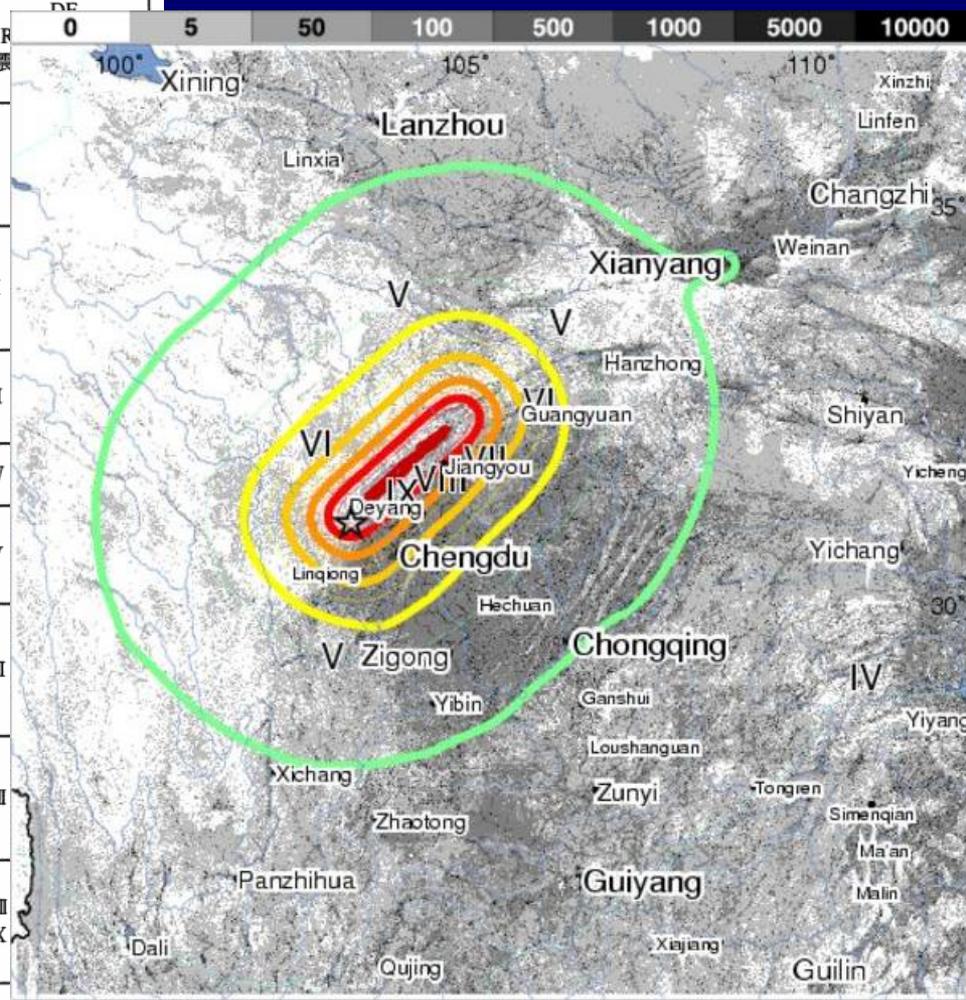




世界各種地震震度分級比較表

震度分級	我國現用 震度階 2000 年	日本氣象廳 震度階 1996 年	M. S. K. 震度階 1964 年	新 MERCALLI 震度階 1956 年	CANCANI 震度階 1903 年
0 無感	0.8gal 以下	0	I 無感	0 0.5gal 以下	I 0.25gal 以下
				I 0.5~1.0gal	II 0.25~0.5gal
1 微震	0.8~2.5gal	1	II 極輕	II 1.0~2.1gal	III 0.5~1.0gal
				III 2.1~5.0gal	IV 1.0~2.5gal
2 輕震	2.5~8.0gal	2	III 弱	IV 5~10gal	V 2.5~5.0gal
				V 10~21gal	VI 5~10gal
3 弱震	8~25gal	3	IV 大部份人有感	VI 21~44gal	VII 10~25gal
				VII 50~100gal	VIII 25~50gal
4 中震	25~80gal	4	V 50~100gal	VIII 44~94gal	IX 50~100gal
				IX 100~250gal	X 100~250gal
5 強震	80~250gal	5 弱	VIII 100~200gal	X 94~202gal	XI 100~250gal
		5 強			
6 烈震	250~400gal	6 弱	IX 200~400gal	IX 202~432gal	XII 250~500gal
		6 強			
7 劇震	400gal 以上	7	X 400~800gal	X 432gal 以上	XII 500~1000gal
			XI, XII 800gal 以上	XI, XII	

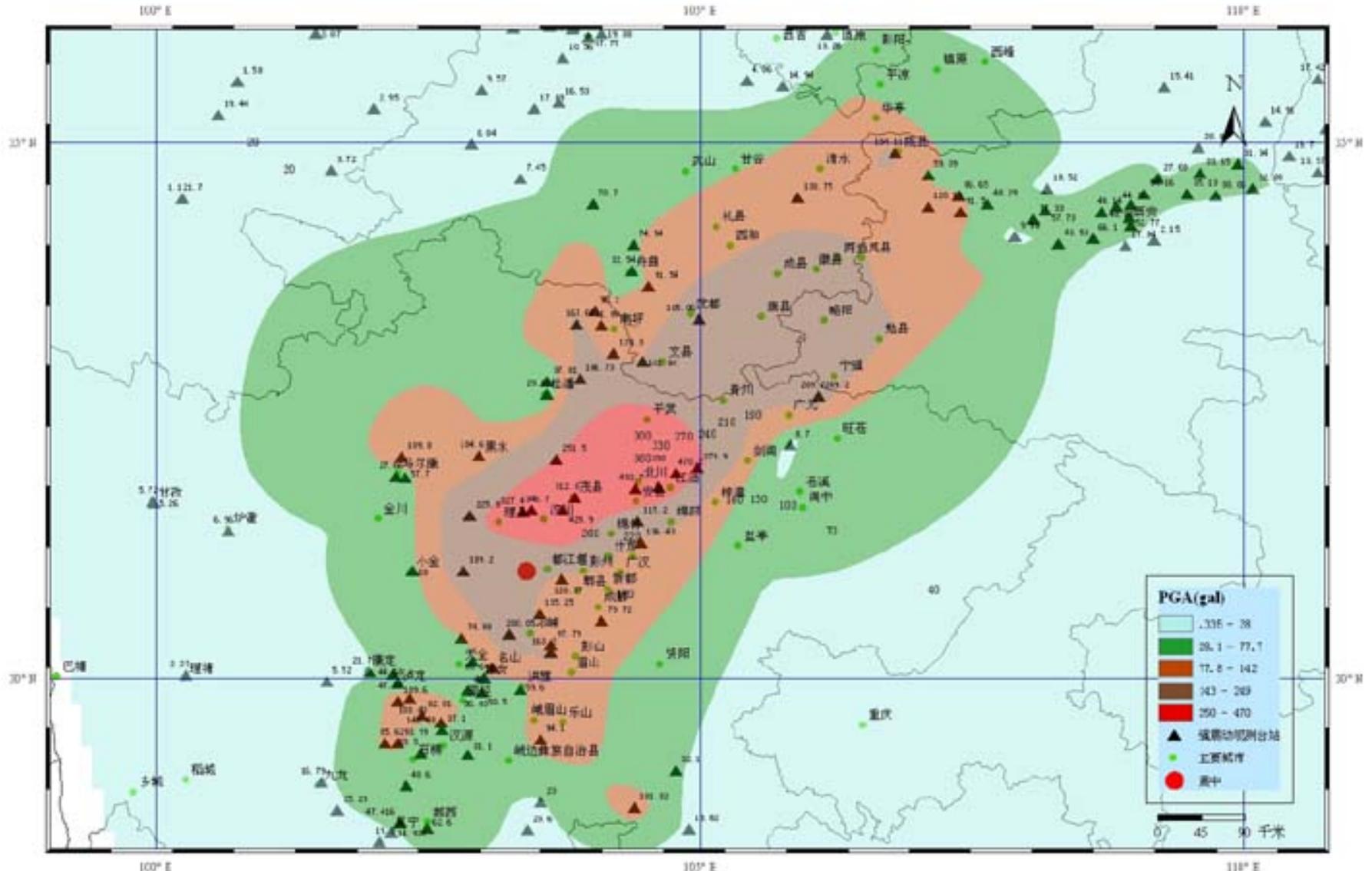
USGS估計的震度分佈圖



目前還沒有公布資料
-- 缺乏強震儀PGA資料

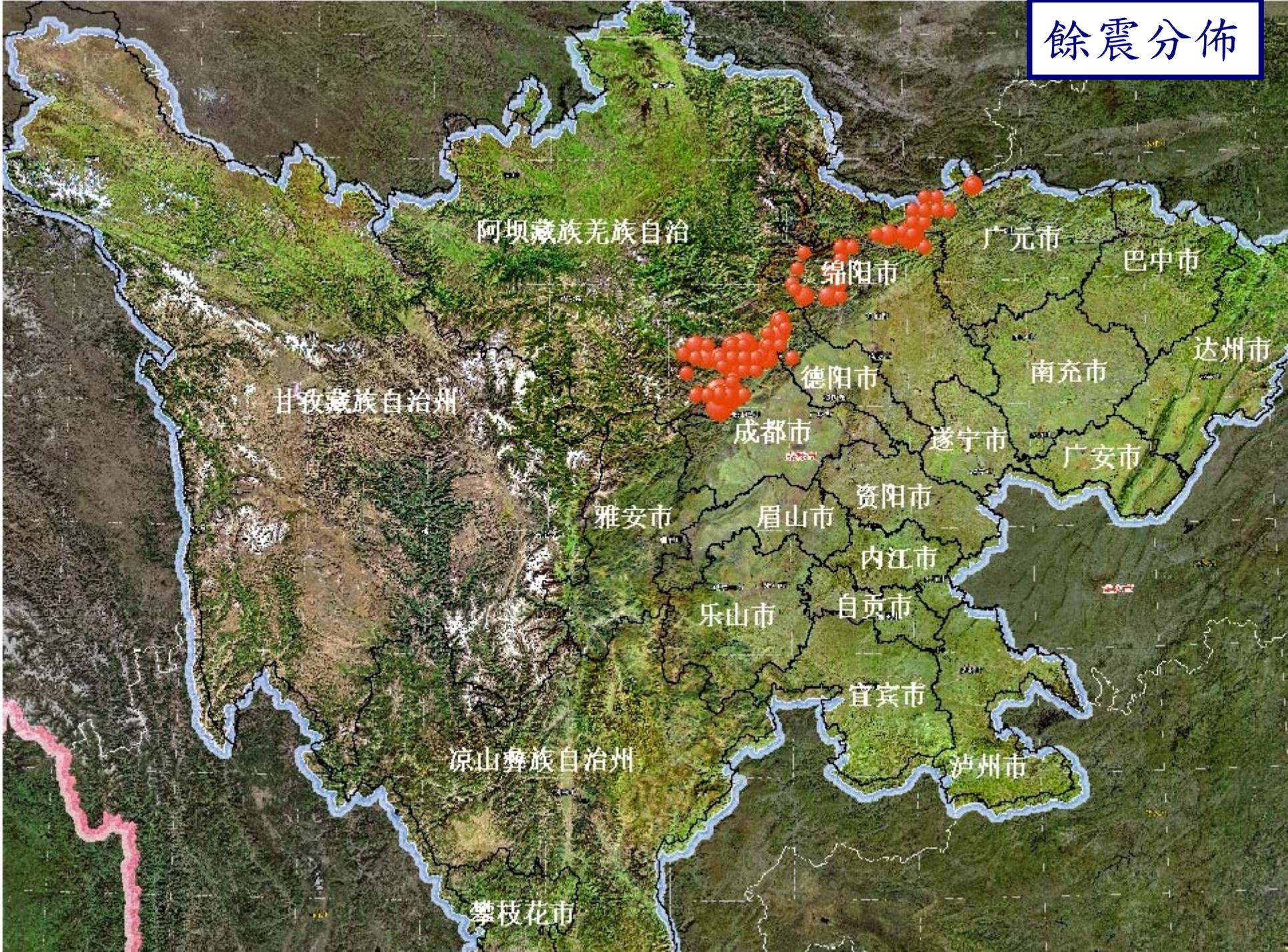
備註：日本震度階僅為示意圖，實際日本震度階是由加速度值與地震動持續時間經計算而得，無法僅由加速度值得知。

汶川地震主震PGA(东西向)分布图



编图说明：由于强震台站破坏及交通、通讯等原因，震中区大部分台站记录数据无法及时汇集至国家强震台网中心。
 本图以主震触发的17个省市294个强震台站记录数据为基础，按东西向绘制汶川地震主震峰值加速度（PGA）等值线图。

餘震分佈





震源機制與地體構造

部分資料來源：中科院院士馬宗晉院士
中國地震局地質所

中国地势图

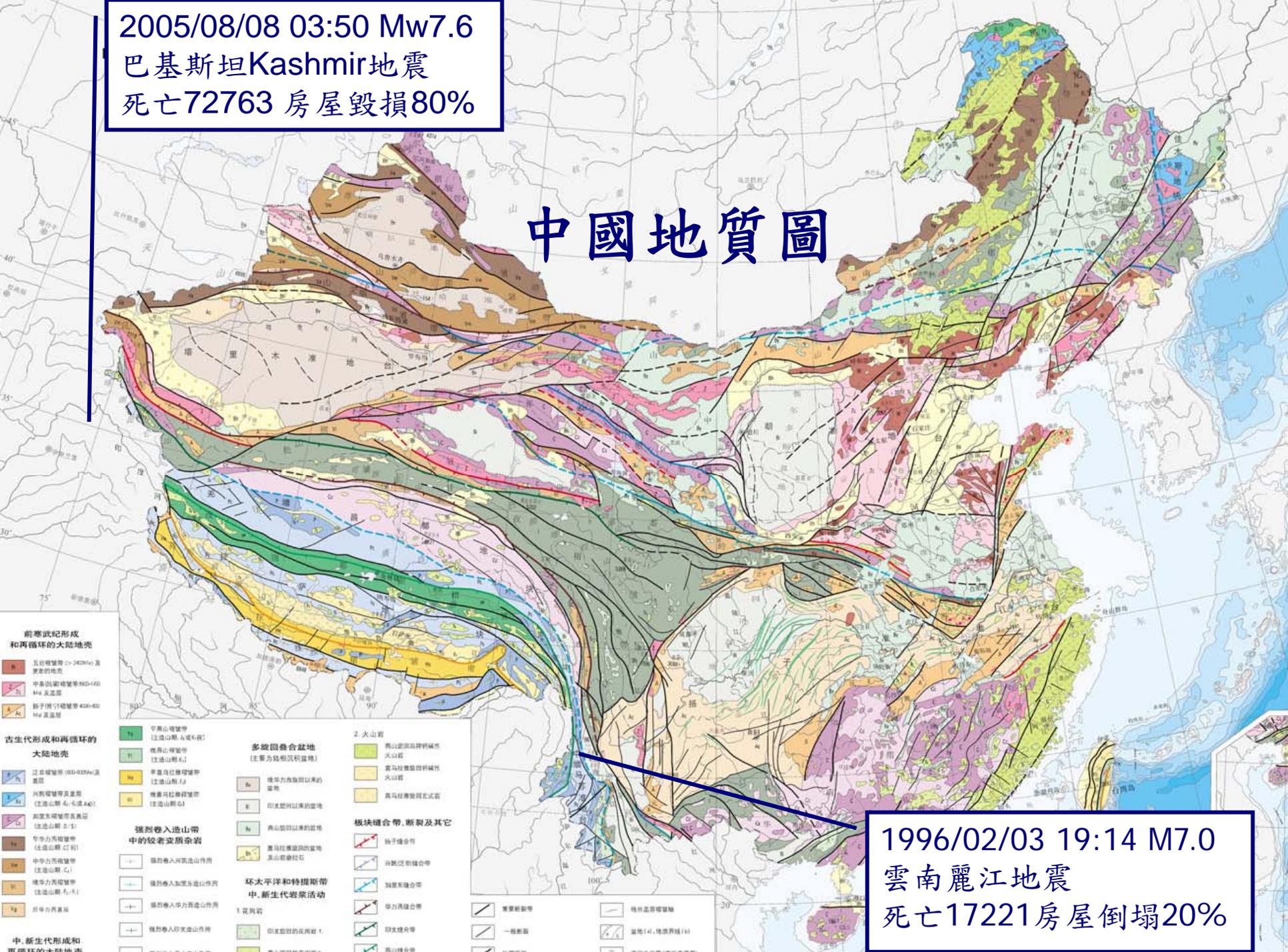


- 1.山川走势
- 2.古老地塊
四川
松潘
- 3.逐步聚合

怒江
澜沧江
金沙江

2005/08/08 03:50 Mw7.6
 巴基斯坦Kashmir地震
 死亡72763 房屋毀損80%

中國地質圖



1996/02/03 19:14 M7.0
 雲南麗江地震
 死亡17221 房屋倒塌20%

前寒武紀形成和再循環的大陸地殼

- 五白堊紀帶 (>3420Ma) 及更老的地殼
- 中高級前寒武紀帶 800-600 Ma 及更老
- 新元古代前寒武紀帶 600-400 Ma 及更老

古生代形成和再循環的大陸地殼

- 泛古生代帶 (800-225Ma) 及更老
- 內陸前寒武紀及更老 (泛古生代) (7-25Ma)
- 西華前寒武紀及更老 (泛古生代) (2-5Ma)
- 早華力西前寒武紀 (泛古生代) (2-1Ma)
- 中華力西前寒武紀 (泛古生代) (2-1Ma)
- 晚華力西前寒武紀 (泛古生代) (2-1Ma)
- 早華力西前寒武紀

中、新生代形成和再循環的大陸地殼

多旋回疊合盆地
 (主要為陸相沉積地)

- 地華力西運動以來的沉積
- 印支運動以來的沉積
- 喜馬拉雅運動以來的沉積
- 喜馬拉雅運動的沉積 (喜馬拉雅前陸)

強烈卷入造山帶中的較老變質岩

- 強烈卷入阿拉伯造山作用
- 強烈卷入加里東造山作用
- 強烈卷入華力西造山作用
- 強烈卷入印支造山作用

環太平洋和特提斯帶中、新生代岩漿活動

- 1 斑岩岩
- 2 閃長岩
- 3 輝石岩
- 4 輝石岩
- 5 輝石岩
- 6 輝石岩
- 7 輝石岩
- 8 輝石岩
- 9 輝石岩
- 10 輝石岩
- 11 輝石岩
- 12 輝石岩
- 13 輝石岩
- 14 輝石岩
- 15 輝石岩
- 16 輝石岩
- 17 輝石岩
- 18 輝石岩
- 19 輝石岩
- 20 輝石岩
- 21 輝石岩
- 22 輝石岩
- 23 輝石岩
- 24 輝石岩
- 25 輝石岩
- 26 輝石岩
- 27 輝石岩
- 28 輝石岩
- 29 輝石岩
- 30 輝石岩
- 31 輝石岩
- 32 輝石岩
- 33 輝石岩
- 34 輝石岩
- 35 輝石岩
- 36 輝石岩
- 37 輝石岩
- 38 輝石岩
- 39 輝石岩
- 40 輝石岩
- 41 輝石岩
- 42 輝石岩
- 43 輝石岩
- 44 輝石岩
- 45 輝石岩
- 46 輝石岩
- 47 輝石岩
- 48 輝石岩
- 49 輝石岩
- 50 輝石岩

2. 火山

- 喜馬拉雅高熱性火山
- 喜馬拉雅中熱性火山
- 喜馬拉雅低熱性火山
- 喜馬拉雅噴發式火山

板塊縫合帶、斷裂及其它

- 1 裂縫帶
- 2 裂縫帶
- 3 裂縫帶
- 4 裂縫帶
- 5 裂縫帶
- 6 裂縫帶
- 7 裂縫帶
- 8 裂縫帶
- 9 裂縫帶
- 10 裂縫帶
- 11 裂縫帶
- 12 裂縫帶
- 13 裂縫帶
- 14 裂縫帶
- 15 裂縫帶
- 16 裂縫帶
- 17 裂縫帶
- 18 裂縫帶
- 19 裂縫帶
- 20 裂縫帶
- 21 裂縫帶
- 22 裂縫帶
- 23 裂縫帶
- 24 裂縫帶
- 25 裂縫帶
- 26 裂縫帶
- 27 裂縫帶
- 28 裂縫帶
- 29 裂縫帶
- 30 裂縫帶
- 31 裂縫帶
- 32 裂縫帶
- 33 裂縫帶
- 34 裂縫帶
- 35 裂縫帶
- 36 裂縫帶
- 37 裂縫帶
- 38 裂縫帶
- 39 裂縫帶
- 40 裂縫帶
- 41 裂縫帶
- 42 裂縫帶
- 43 裂縫帶
- 44 裂縫帶
- 45 裂縫帶
- 46 裂縫帶
- 47 裂縫帶
- 48 裂縫帶
- 49 裂縫帶
- 50 裂縫帶

1. 裂縫帶

- 1 裂縫帶
- 2 裂縫帶
- 3 裂縫帶
- 4 裂縫帶
- 5 裂縫帶
- 6 裂縫帶
- 7 裂縫帶
- 8 裂縫帶
- 9 裂縫帶
- 10 裂縫帶
- 11 裂縫帶
- 12 裂縫帶
- 13 裂縫帶
- 14 裂縫帶
- 15 裂縫帶
- 16 裂縫帶
- 17 裂縫帶
- 18 裂縫帶
- 19 裂縫帶
- 20 裂縫帶
- 21 裂縫帶
- 22 裂縫帶
- 23 裂縫帶
- 24 裂縫帶
- 25 裂縫帶
- 26 裂縫帶
- 27 裂縫帶
- 28 裂縫帶
- 29 裂縫帶
- 30 裂縫帶
- 31 裂縫帶
- 32 裂縫帶
- 33 裂縫帶
- 34 裂縫帶
- 35 裂縫帶
- 36 裂縫帶
- 37 裂縫帶
- 38 裂縫帶
- 39 裂縫帶
- 40 裂縫帶
- 41 裂縫帶
- 42 裂縫帶
- 43 裂縫帶
- 44 裂縫帶
- 45 裂縫帶
- 46 裂縫帶
- 47 裂縫帶
- 48 裂縫帶
- 49 裂縫帶
- 50 裂縫帶

3. 斷裂

- 1 斷裂
- 2 斷裂
- 3 斷裂
- 4 斷裂
- 5 斷裂
- 6 斷裂
- 7 斷裂
- 8 斷裂
- 9 斷裂
- 10 斷裂
- 11 斷裂
- 12 斷裂
- 13 斷裂
- 14 斷裂
- 15 斷裂
- 16 斷裂
- 17 斷裂
- 18 斷裂
- 19 斷裂
- 20 斷裂
- 21 斷裂
- 22 斷裂
- 23 斷裂
- 24 斷裂
- 25 斷裂
- 26 斷裂
- 27 斷裂
- 28 斷裂
- 29 斷裂
- 30 斷裂
- 31 斷裂
- 32 斷裂
- 33 斷裂
- 34 斷裂
- 35 斷裂
- 36 斷裂
- 37 斷裂
- 38 斷裂
- 39 斷裂
- 40 斷裂
- 41 斷裂
- 42 斷裂
- 43 斷裂
- 44 斷裂
- 45 斷裂
- 46 斷裂
- 47 斷裂
- 48 斷裂
- 49 斷裂
- 50 斷裂

4. 褶皺

- 1 褶皺
- 2 褶皺
- 3 褶皺
- 4 褶皺
- 5 褶皺
- 6 褶皺
- 7 褶皺
- 8 褶皺
- 9 褶皺
- 10 褶皺
- 11 褶皺
- 12 褶皺
- 13 褶皺
- 14 褶皺
- 15 褶皺
- 16 褶皺
- 17 褶皺
- 18 褶皺
- 19 褶皺
- 20 褶皺
- 21 褶皺
- 22 褶皺
- 23 褶皺
- 24 褶皺
- 25 褶皺
- 26 褶皺
- 27 褶皺
- 28 褶皺
- 29 褶皺
- 30 褶皺
- 31 褶皺
- 32 褶皺
- 33 褶皺
- 34 褶皺
- 35 褶皺
- 36 褶皺
- 37 褶皺
- 38 褶皺
- 39 褶皺
- 40 褶皺
- 41 褶皺
- 42 褶皺
- 43 褶皺
- 44 褶皺
- 45 褶皺
- 46 褶皺
- 47 褶皺
- 48 褶皺
- 49 褶皺
- 50 褶皺

5. 構造

- 1 構造
- 2 構造
- 3 構造
- 4 構造
- 5 構造
- 6 構造
- 7 構造
- 8 構造
- 9 構造
- 10 構造
- 11 構造
- 12 構造
- 13 構造
- 14 構造
- 15 構造
- 16 構造
- 17 構造
- 18 構造
- 19 構造
- 20 構造
- 21 構造
- 22 構造
- 23 構造
- 24 構造
- 25 構造
- 26 構造
- 27 構造
- 28 構造
- 29 構造
- 30 構造
- 31 構造
- 32 構造
- 33 構造
- 34 構造
- 35 構造
- 36 構造
- 37 構造
- 38 構造
- 39 構造
- 40 構造
- 41 構造
- 42 構造
- 43 構造
- 44 構造
- 45 構造
- 46 構造
- 47 構造
- 48 構造
- 49 構造
- 50 構造

6. 構造

- 1 構造
- 2 構造
- 3 構造
- 4 構造
- 5 構造
- 6 構造
- 7 構造
- 8 構造
- 9 構造
- 10 構造
- 11 構造
- 12 構造
- 13 構造
- 14 構造
- 15 構造
- 16 構造
- 17 構造
- 18 構造
- 19 構造
- 20 構造
- 21 構造
- 22 構造
- 23 構造
- 24 構造
- 25 構造
- 26 構造
- 27 構造
- 28 構造
- 29 構造
- 30 構造
- 31 構造
- 32 構造
- 33 構造
- 34 構造
- 35 構造
- 36 構造
- 37 構造
- 38 構造
- 39 構造
- 40 構造
- 41 構造
- 42 構造
- 43 構造
- 44 構造
- 45 構造
- 46 構造
- 47 構造
- 48 構造
- 49 構造
- 50 構造

7. 構造

- 1 構造
- 2 構造
- 3 構造
- 4 構造
- 5 構造
- 6 構造
- 7 構造
- 8 構造
- 9 構造
- 10 構造
- 11 構造
- 12 構造
- 13 構造
- 14 構造
- 15 構造
- 16 構造
- 17 構造
- 18 構造
- 19 構造
- 20 構造
- 21 構造
- 22 構造
- 23 構造
- 24 構造
- 25 構造
- 26 構造
- 27 構造
- 28 構造
- 29 構造
- 30 構造
- 31 構造
- 32 構造
- 33 構造
- 34 構造
- 35 構造
- 36 構造
- 37 構造
- 38 構造
- 39 構造
- 40 構造
- 41 構造
- 42 構造
- 43 構造
- 44 構造
- 45 構造
- 46 構造
- 47 構造
- 48 構造
- 49 構造
- 50 構造

8. 構造

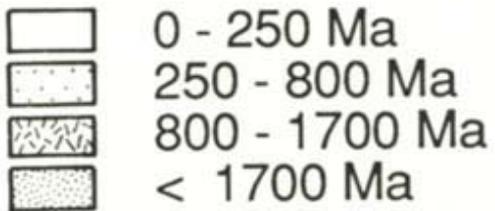
- 1 構造
- 2 構造
- 3 構造
- 4 構造
- 5 構造
- 6 構造
- 7 構造
- 8 構造
- 9 構造
- 10 構造
- 11 構造
- 12 構造
- 13 構造
- 14 構造
- 15 構造
- 16 構造
- 17 構造
- 18 構造
- 19 構造
- 20 構造
- 21 構造
- 22 構造
- 23 構造
- 24 構造
- 25 構造
- 26 構造
- 27 構造
- 28 構造
- 29 構造
- 30 構造
- 31 構造
- 32 構造
- 33 構造
- 34 構造
- 35 構造
- 36 構造
- 37 構造
- 38 構造
- 39 構造
- 40 構造
- 41 構造
- 42 構造
- 43 構造
- 44 構造
- 45 構造
- 46 構造
- 47 構造
- 48 構造
- 49 構造
- 50 構造

9. 構造

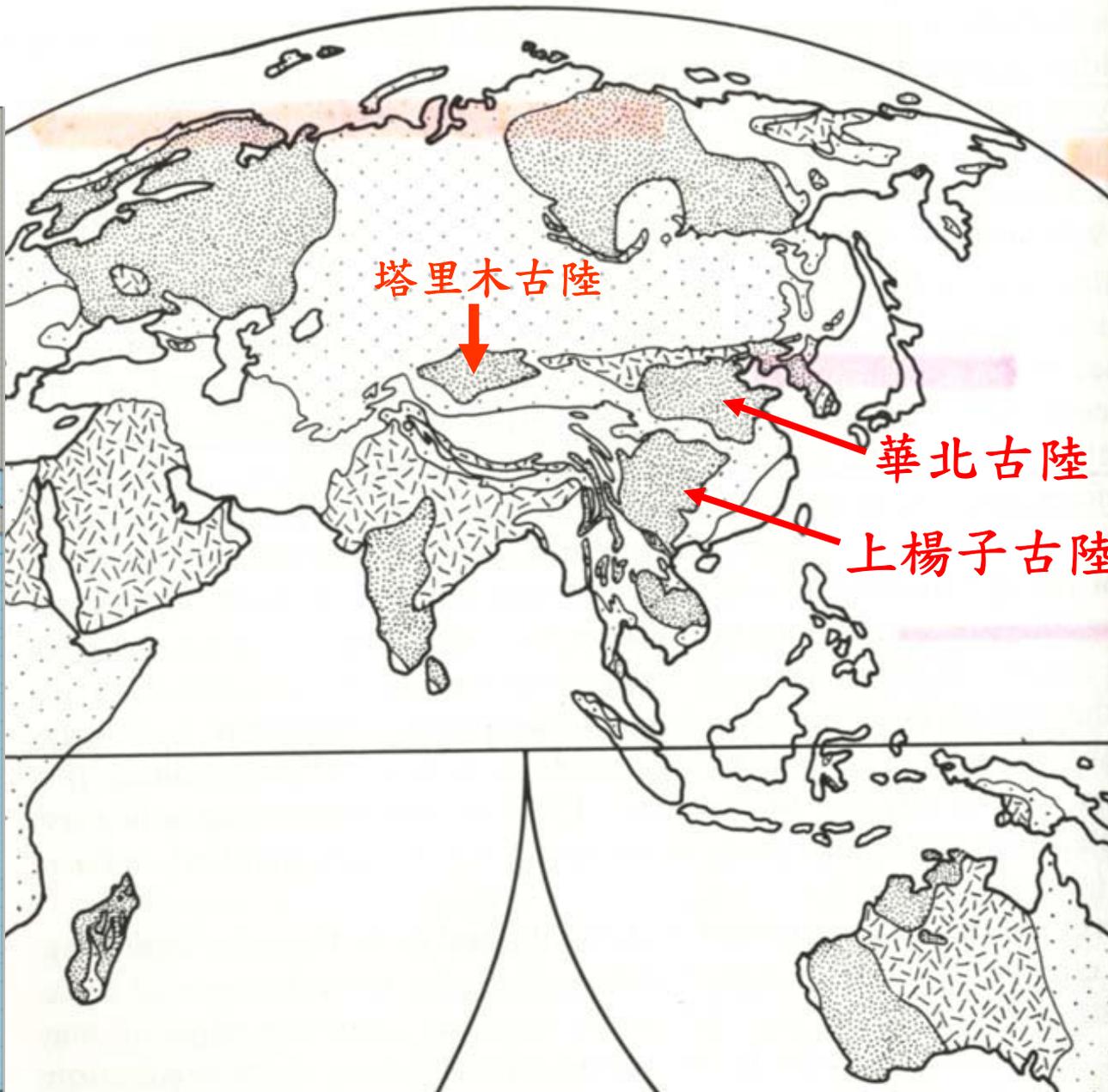
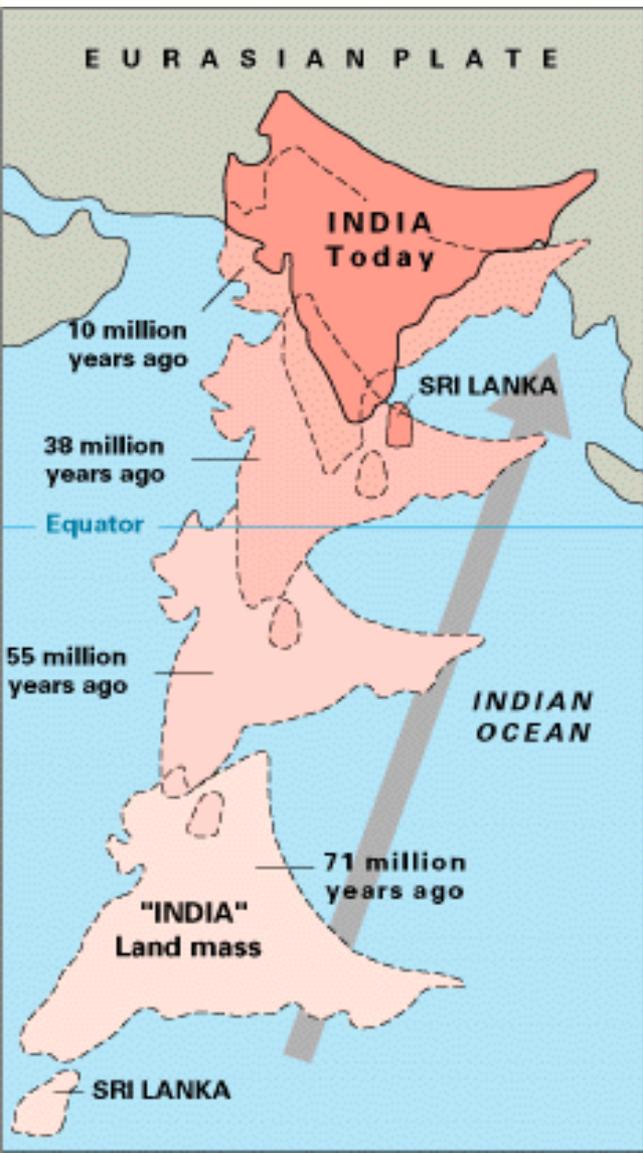
- 1 構造
- 2 構造
- 3 構造
- 4 構造
- 5 構造
- 6 構造
- 7 構造
- 8 構造
- 9 構造
- 10 構造
- 11 構造
- 12 構造
- 13 構造
- 14 構造
- 15 構造
- 16 構造
- 17 構造
- 18 構造
- 19 構造
- 20 構造
- 21 構造
- 22 構造
- 23 構造
- 24 構造
- 25 構造
- 26 構造
- 27 構造
- 28 構造
- 29 構造
- 30 構造
- 31 構造
- 32 構造
- 33 構造
- 34 構造
- 35 構造
- 36 構造
- 37 構造
- 38 構造
- 39 構造
- 40 構造
- 41 構造
- 42 構造
- 43 構造
- 44 構造
- 45 構造
- 46 構造
- 47 構造
- 48 構造
- 49 構造
- 50 構造

10. 構造

- 1 構造
- 2 構造
- 3 構造
- 4 構造
- 5 構造
- 6 構造
- 7 構造
- 8 構造
- 9 構造
- 10 構造
- 11 構造
- 12 構造
- 13 構造
- 14 構造
- 15 構造
- 16 構造
- 17 構造
- 18 構造
- 19 構造
- 20 構造
- 21 構造
- 22 構造
- 23 構造
- 24 構造
- 25 構造
- 26 構造
- 27 構造
- 28 構造
- 29 構造
- 30 構造
- 31 構造
- 32 構造
- 33 構造
- 34 構造
- 35 構造
- 36 構造
- 37 構造
- 38 構造
- 39 構造
- 40 構造
- 41 構造
- 42 構造
- 43 構造
- 44 構造
- 45 構造
- 46 構造
- 47 構造
- 48 構造
- 49 構造
- 50 構造



陸地地塊年代



太平洋的年齡：100My(百萬年)

天下大勢
分久必合
合久必分

板塊歷史重建
盤古大陸
岡瓦那大陸

澳大利亞

南極洲

南美洲

印度

非洲

華北

2

重點：古老陸塊飄移
新生物質的流動性

图2、寒武纪时期（550Ma）古板块位置复原图

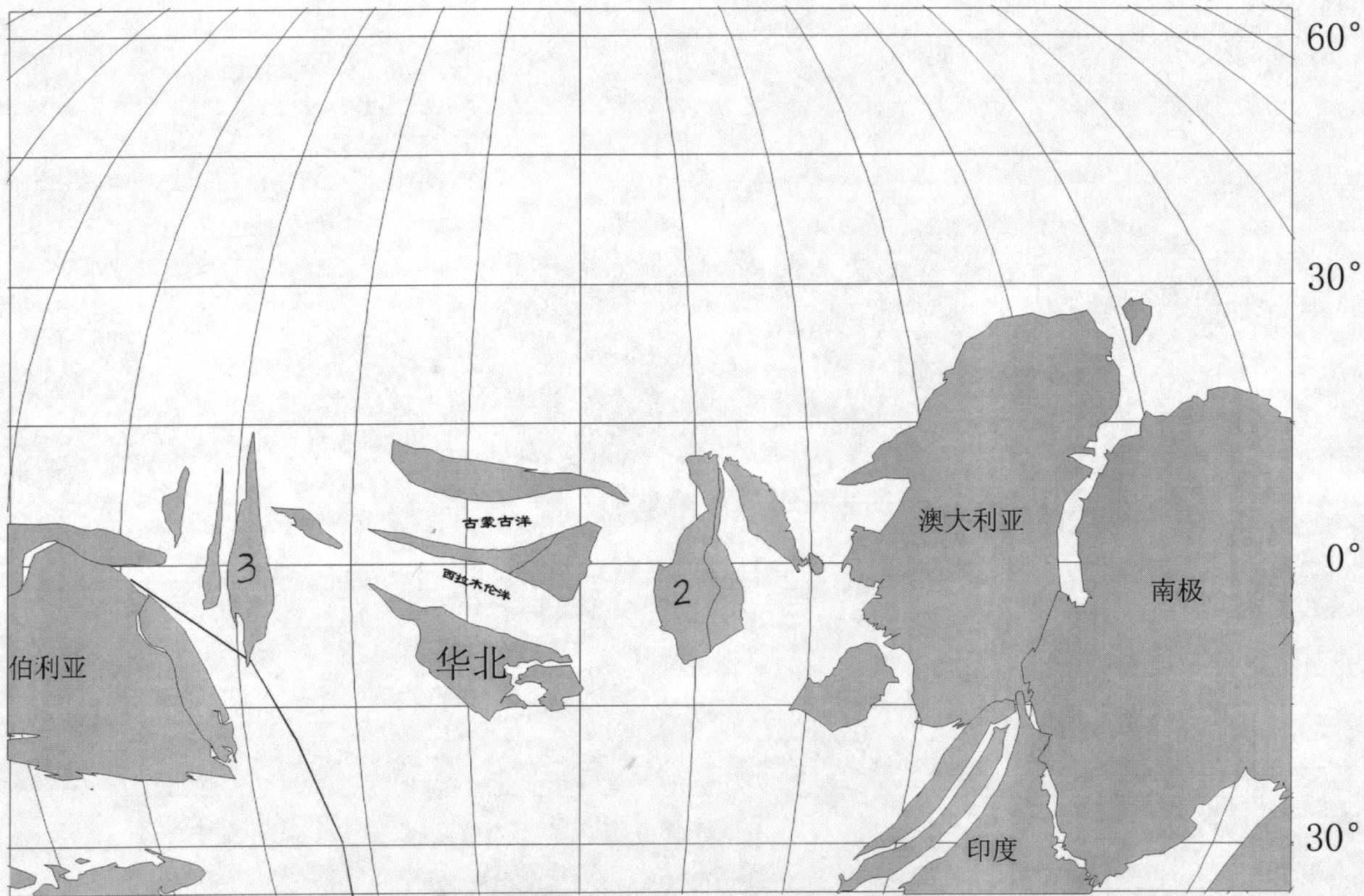


图 3、中、晚奥陶纪时期 (460Ma) 古板块位置复原图

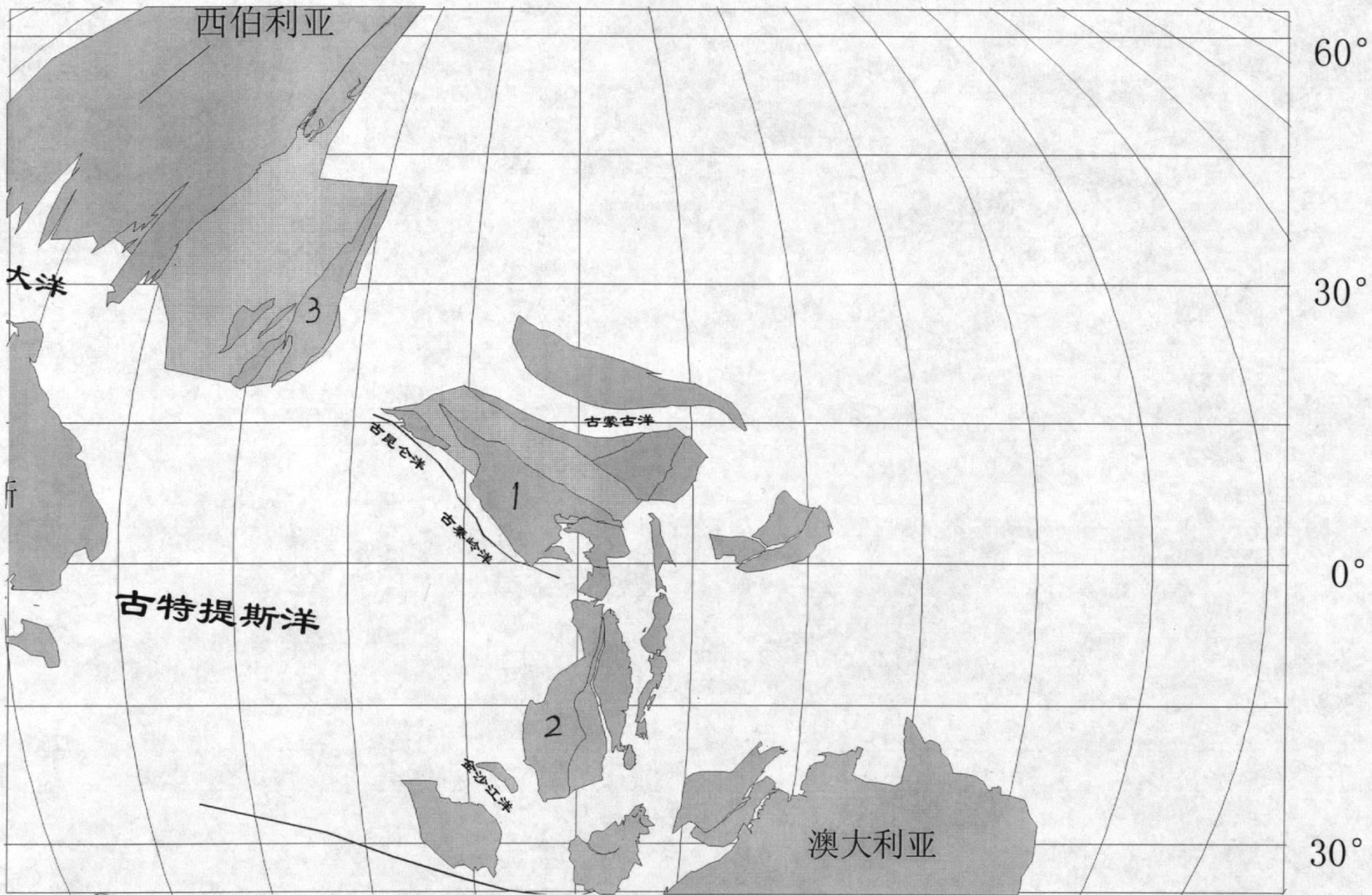


图 4、中、晚奥陶世时期 (340Ma) 古板块位置复原图

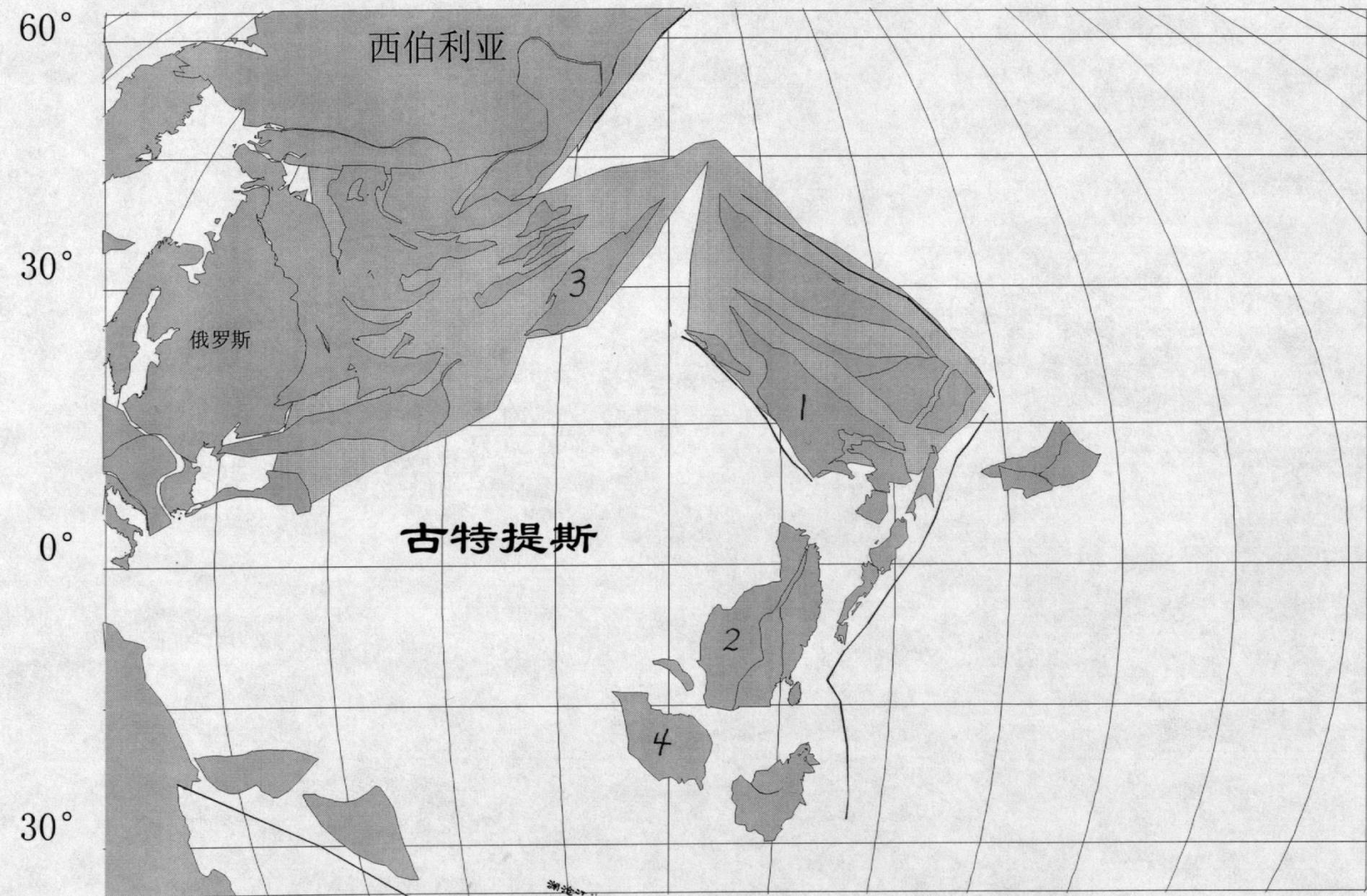


图 5、早二叠世时期 (270Ma) 古板块位置复原图

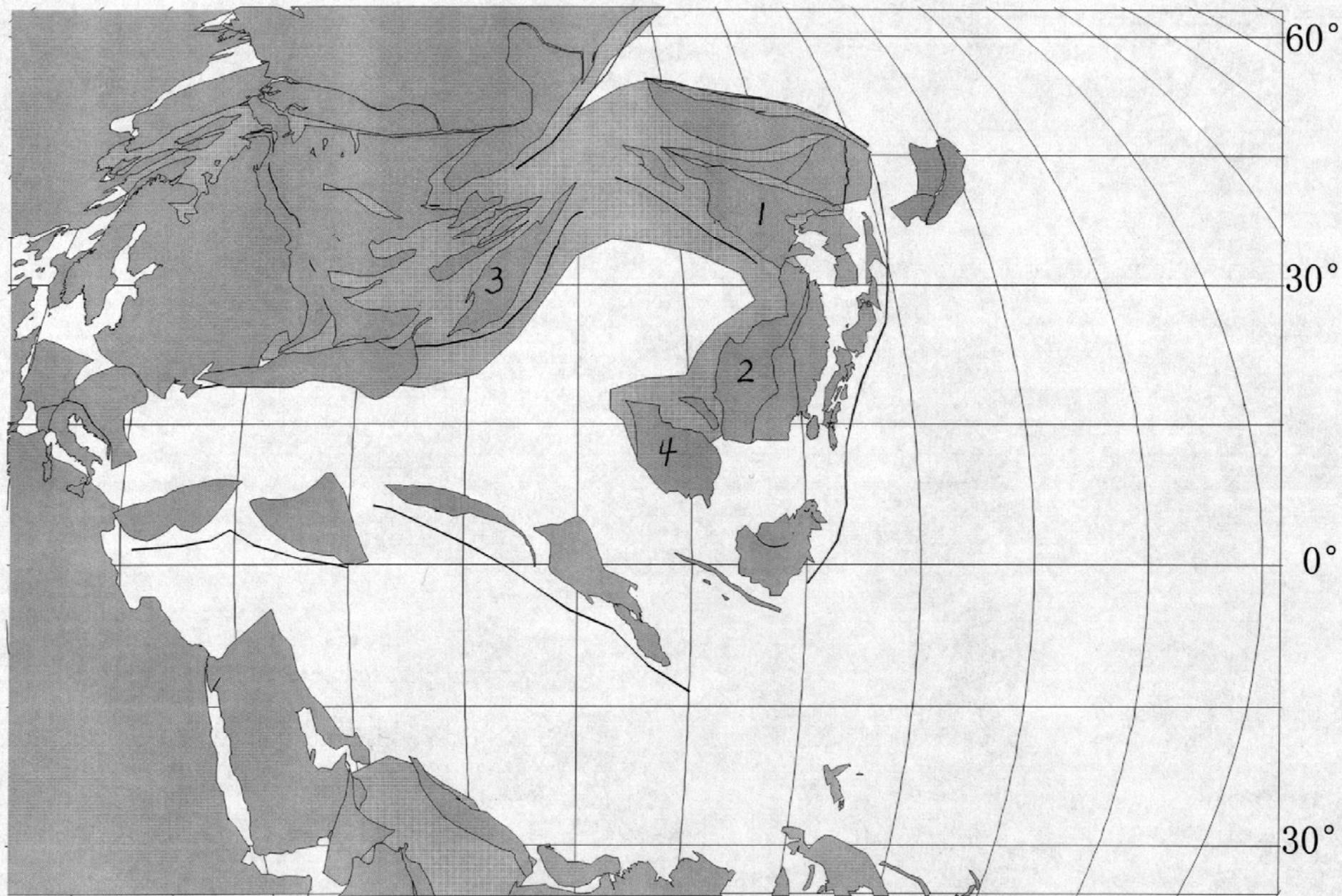


图 6、晚三叠世时期 (220Ma) 古板块位置复原图

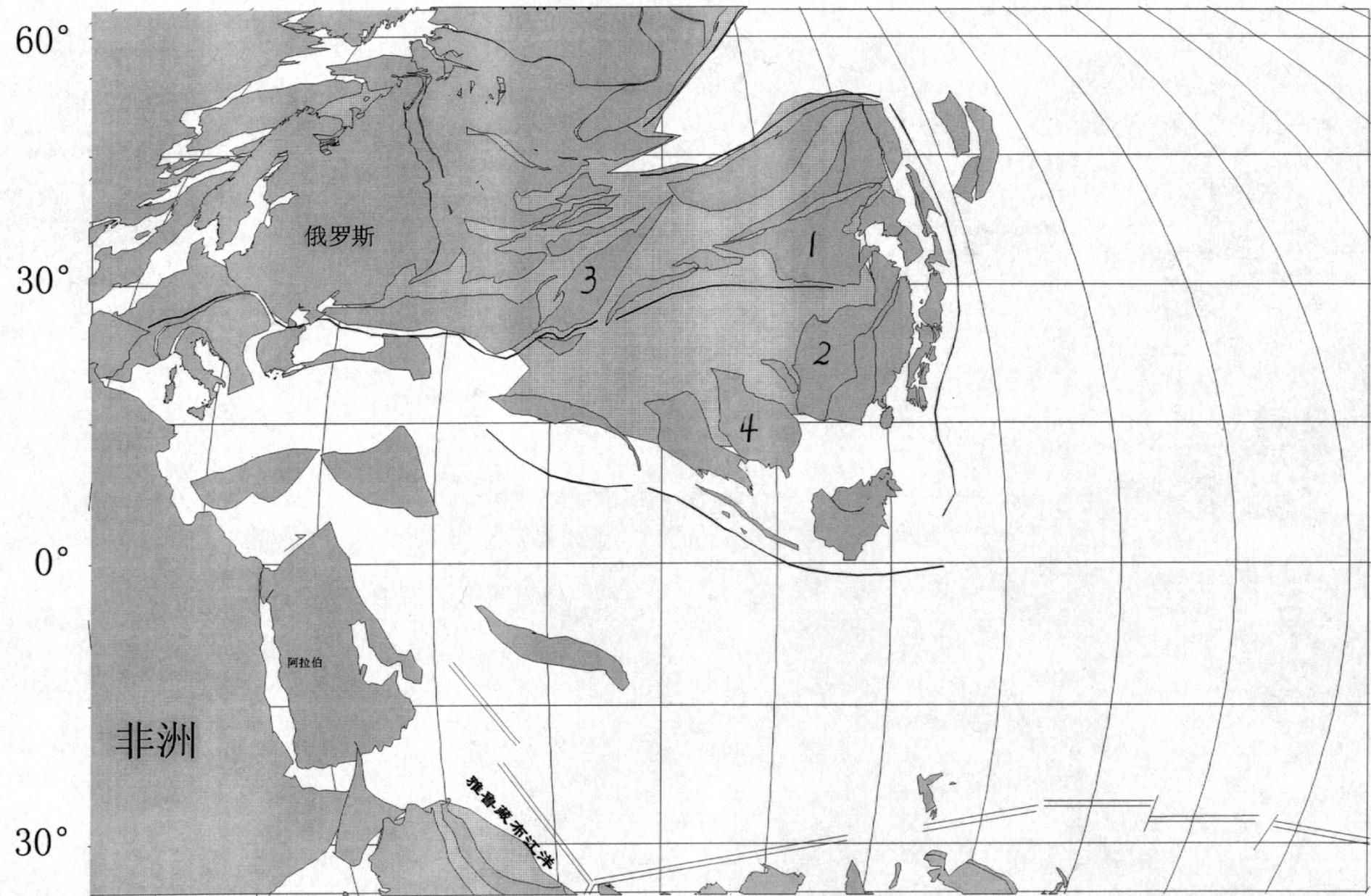


图7、早、中侏罗世时期（185Ma）古板块位置复原图

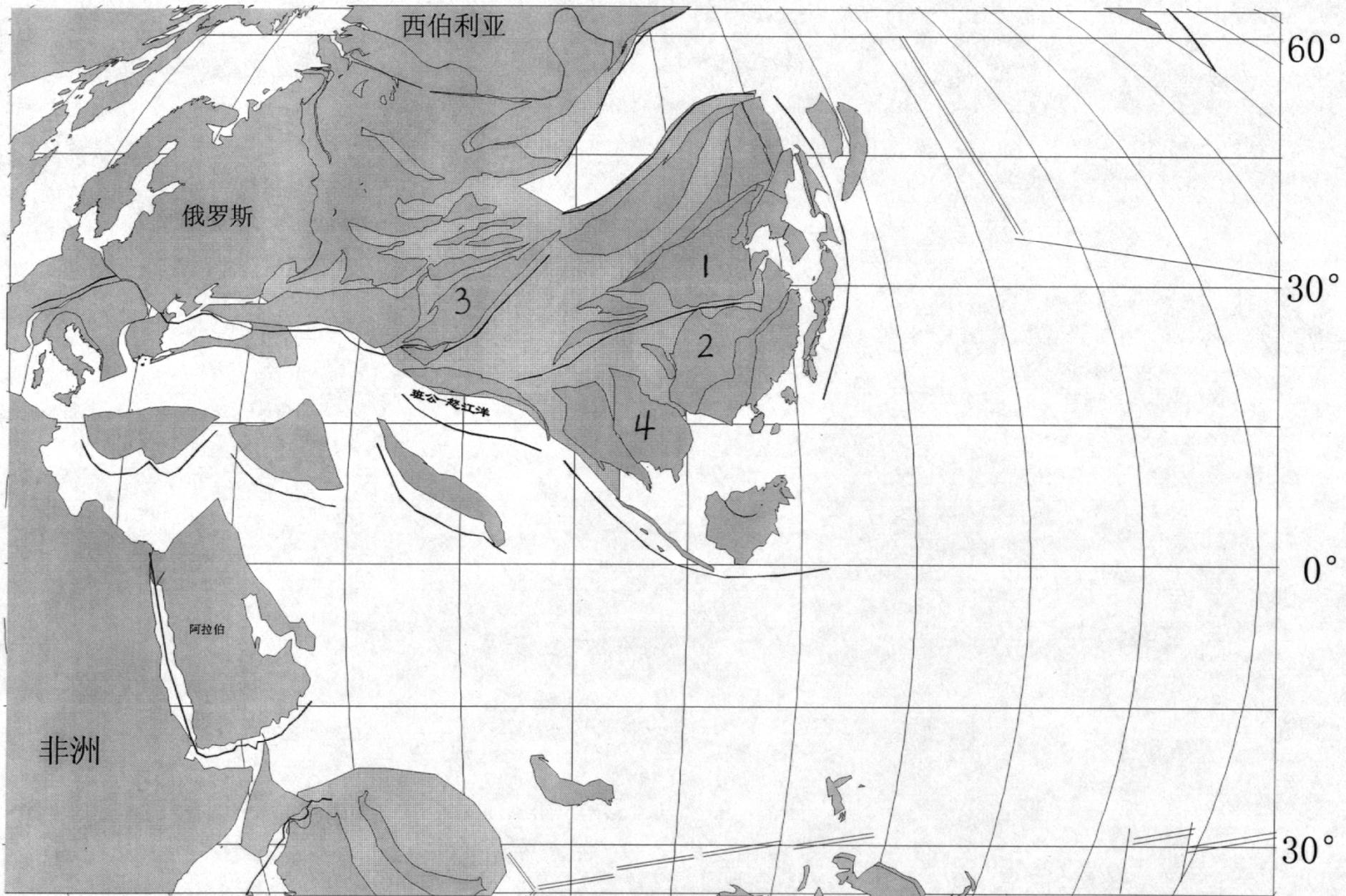


图 8、晚侏罗世时期 (150Ma) 古板块位置复原图

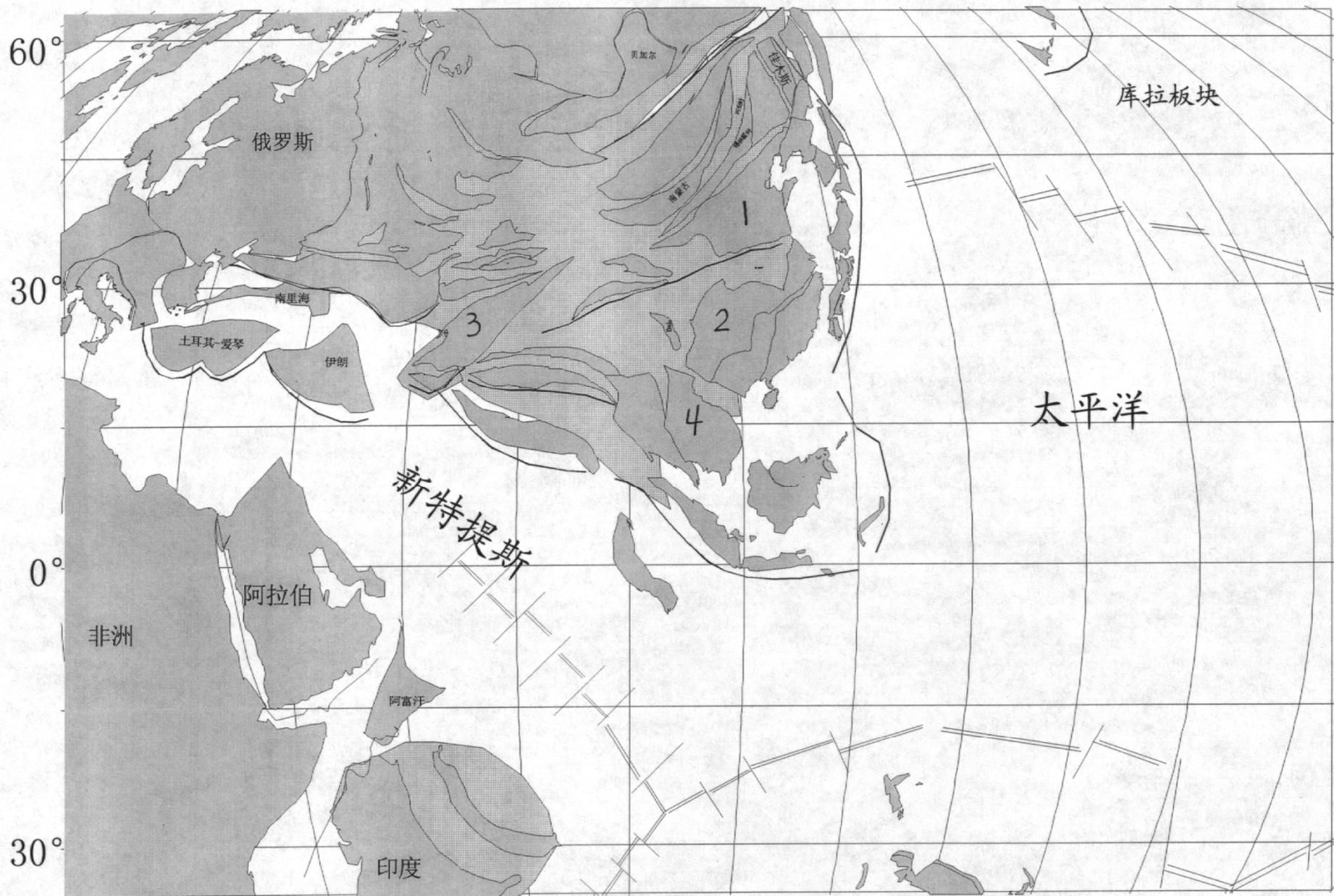


图 9、白垩纪世时期 (100Ma) 古板块位置复原图

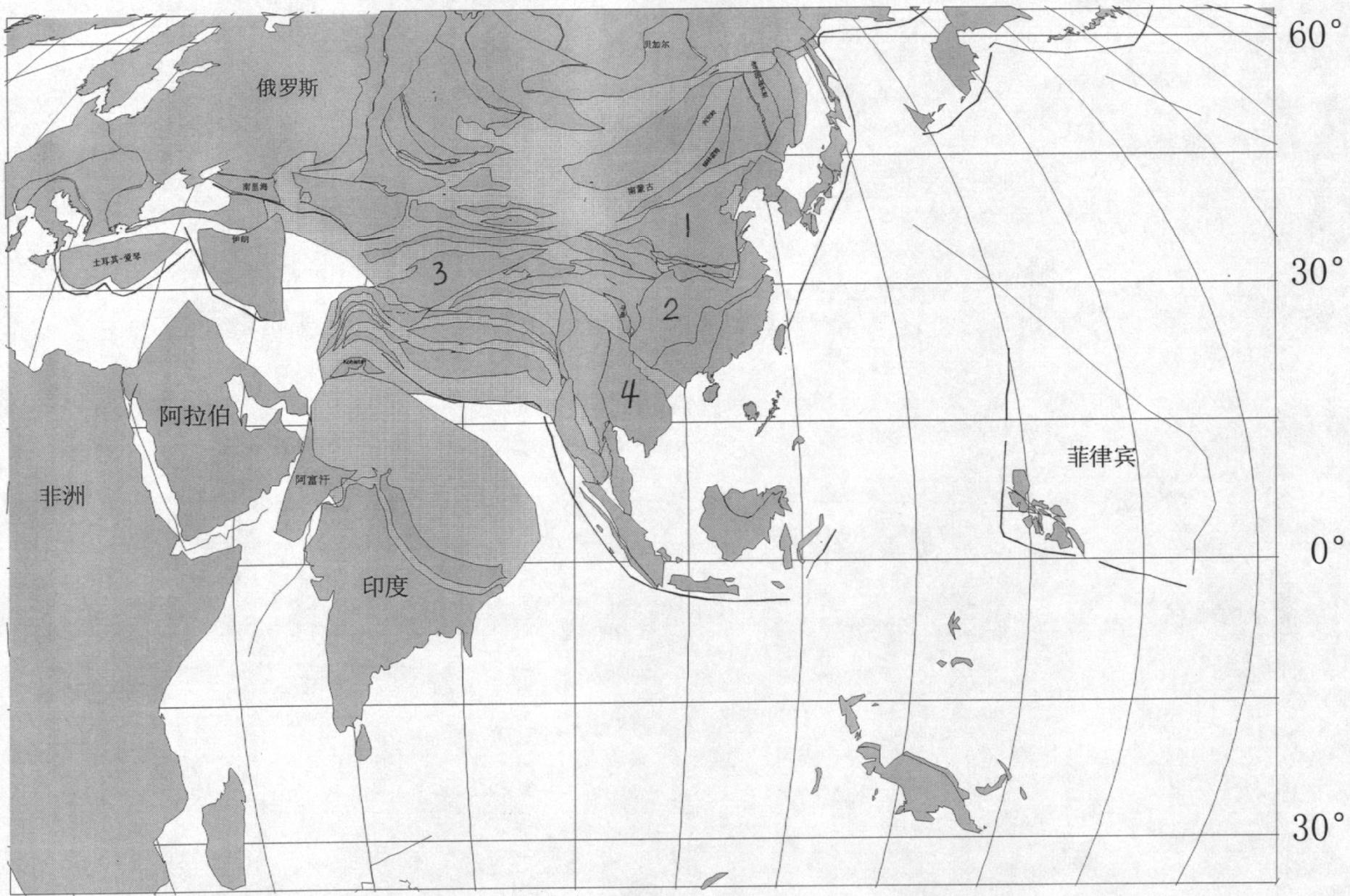
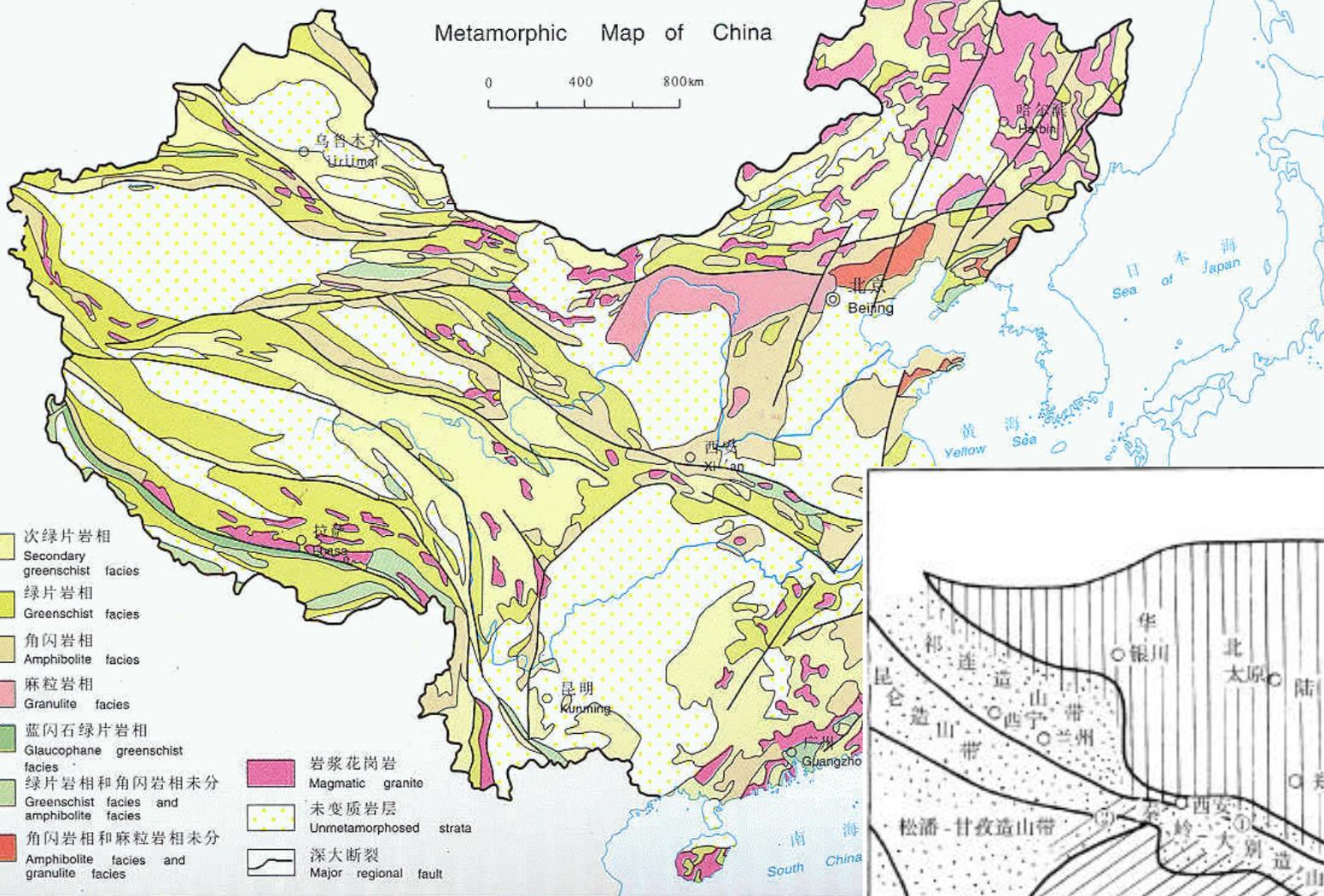


图 11、早第三纪时期 (50Ma) 古板块位置复原图

中国变质地质图

Metamorphic Map of China

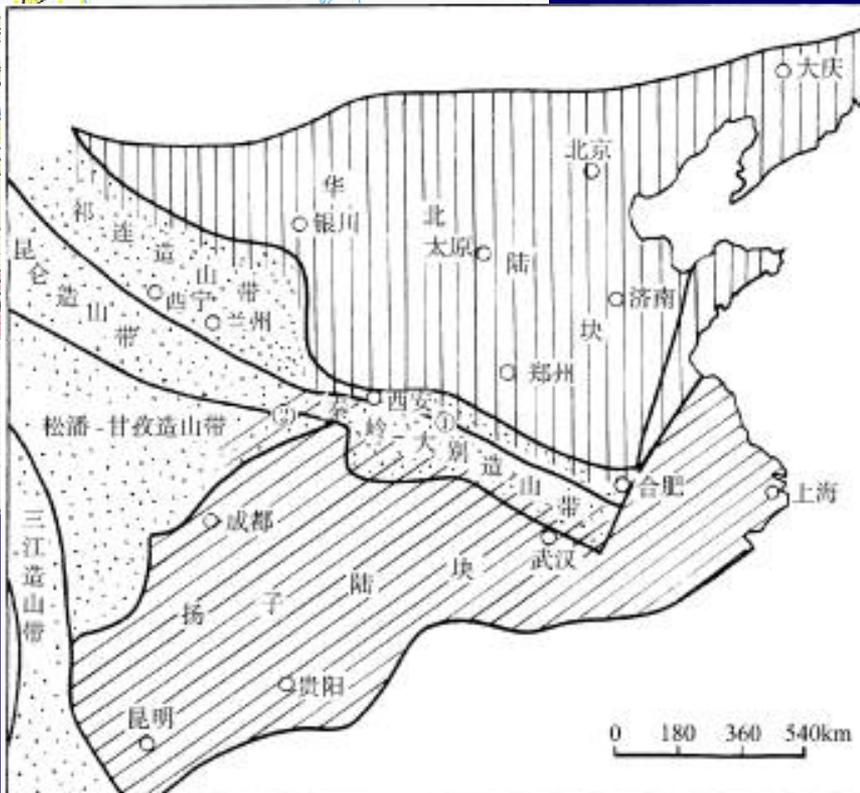
0 400 800km



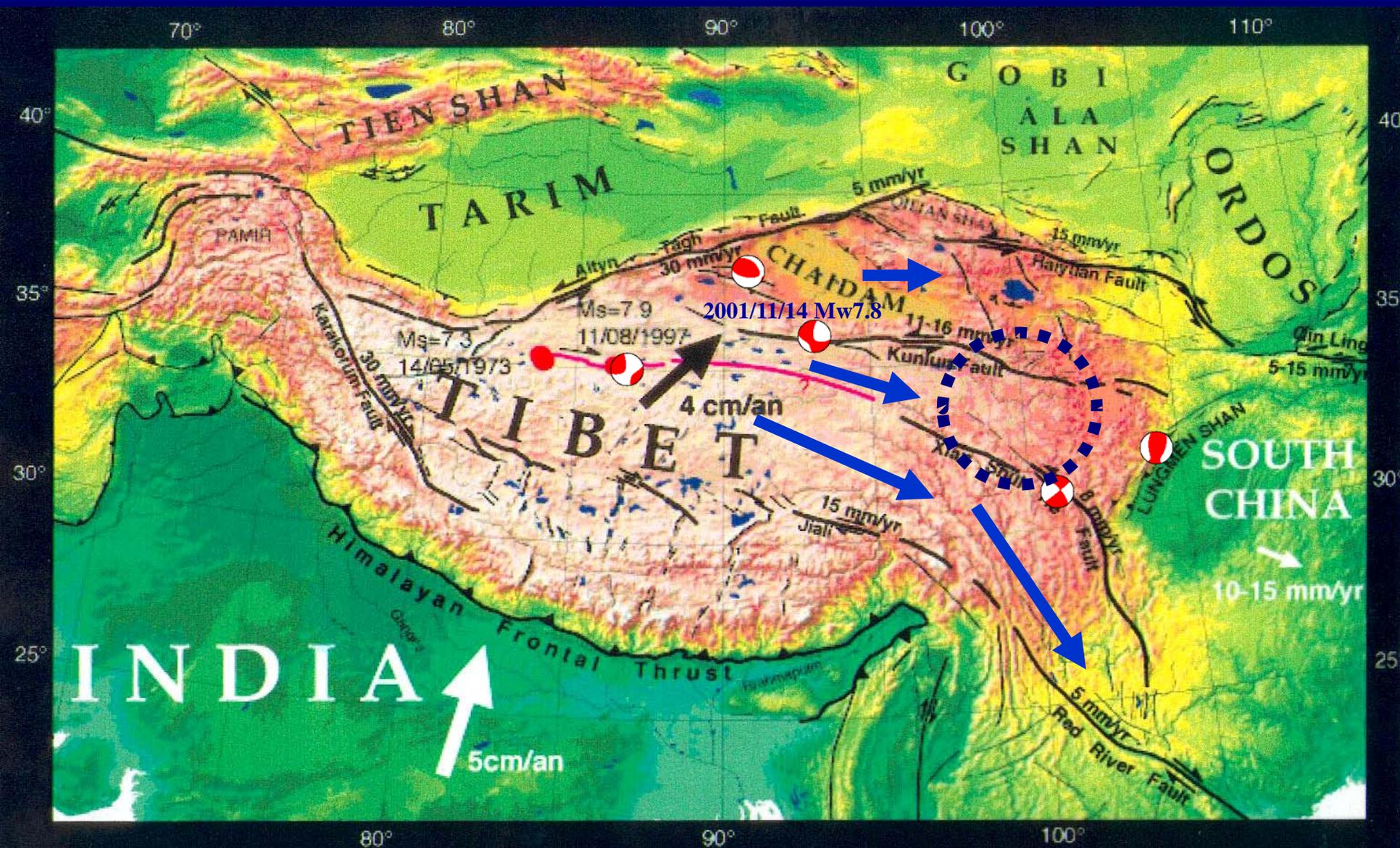
- 次绿片岩相
Secondary greenschist facies
- 绿片岩相
Greenschist facies
- 角闪岩相
Amphibolite facies
- 麻粒岩相
Granulite facies
- 蓝闪石绿片岩相
Glaucophane greenschist facies
- 绿片岩相和角闪岩相未分
Greenschist facies and amphibolite facies
- 角闪岩相和麻粒岩相未分
Amphibolite facies and granulite facies
- 岩浆花岗岩
Magmatic granite
- 未变质岩层
Unmetamorphosed strata
- 深大断裂
Major regional fault

蘇魯-大別
超高壓變質帶
將地下物質
帶出地表

100km深
(鑽石)
礦產



相較於新生地殼
古老陸塊：堅硬、容易傳導應力



1997/11/08 Mw7.5 2001/11/14 Mw7.8 1981/01/23 Mw6.5 1976/08/16 Mw6.7

發生四川地震是必然而非偶然！難處是何時？何地？



祁連山 海原斷層

阿爾金山

2001/11/14 Mw7.8

1997/11/08 Mw7.9

松潘

甘孜-爐霍

鮮水河斷層

龍門山斷層

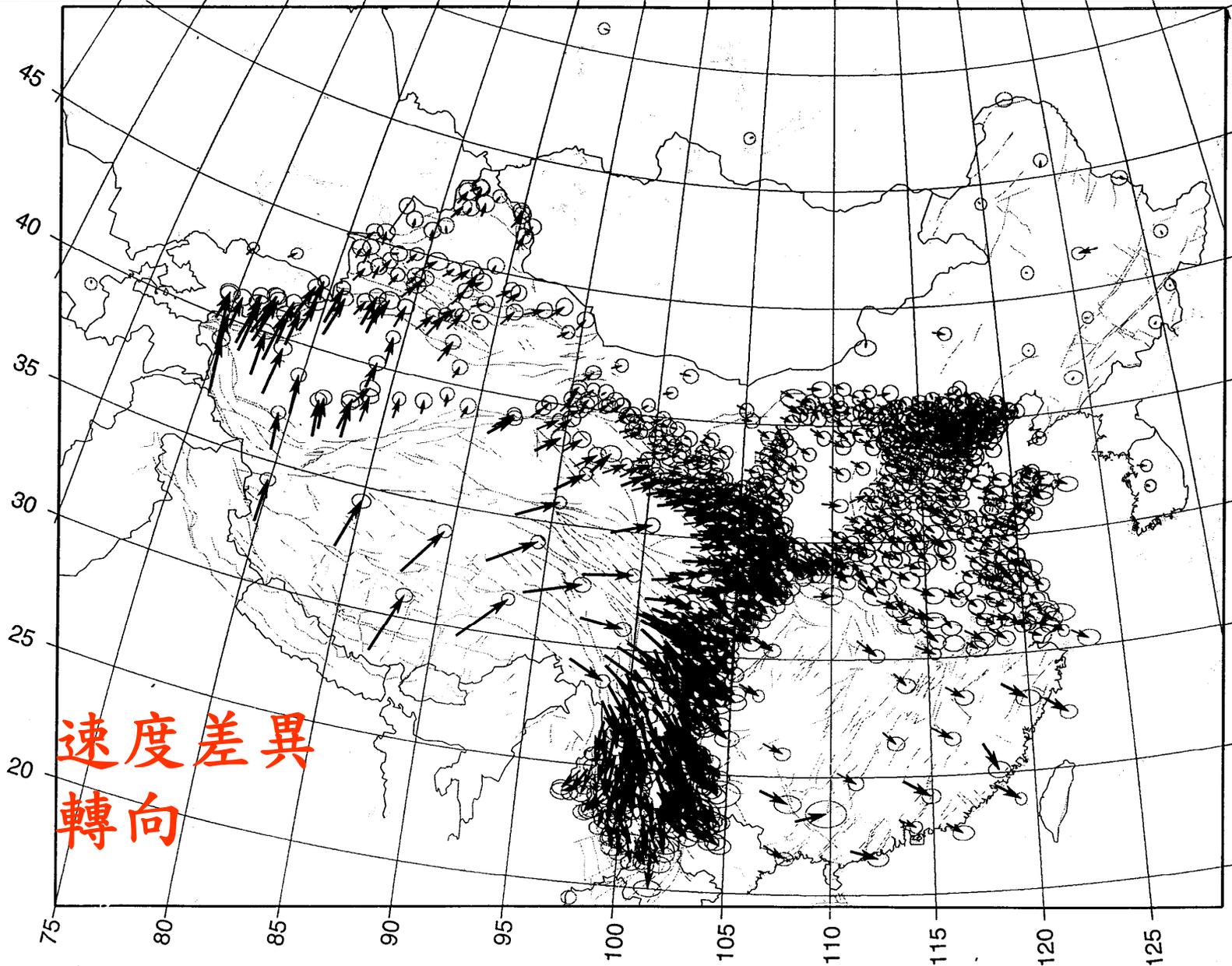


定性描述

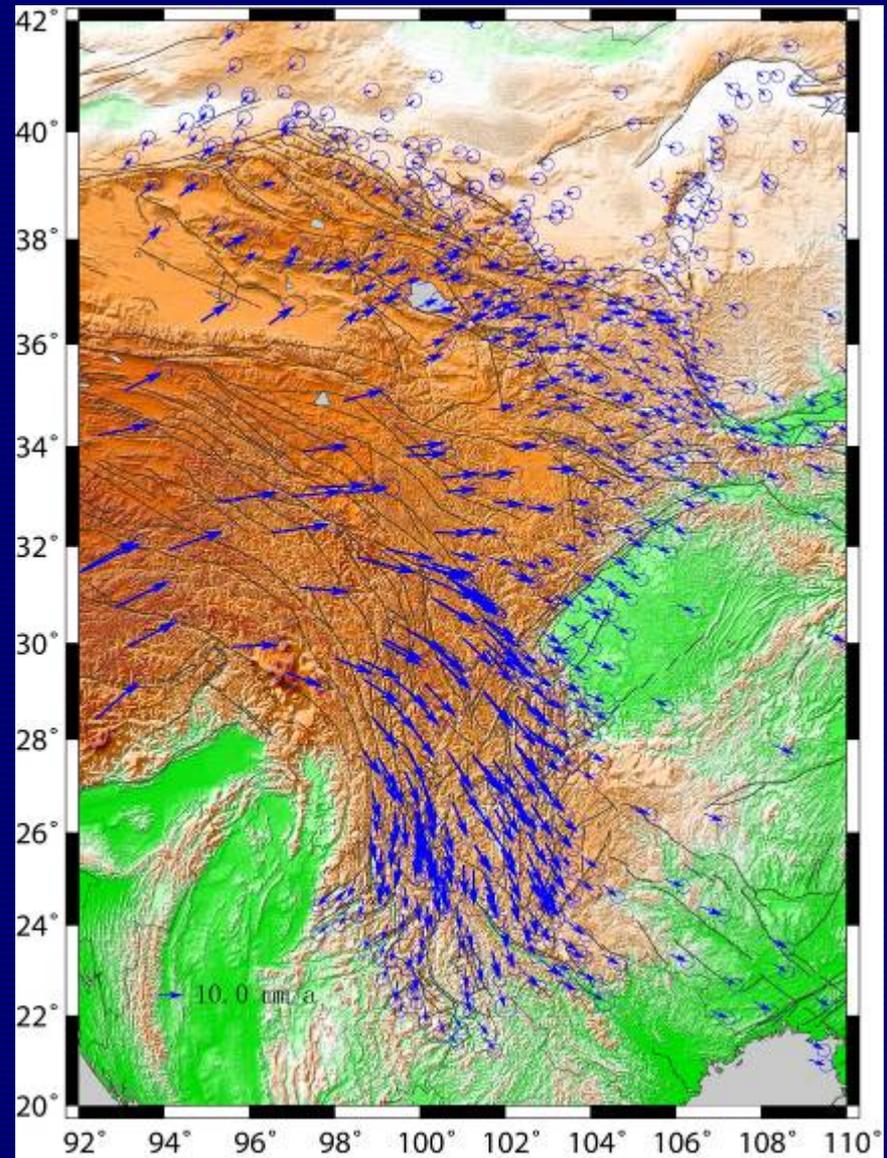
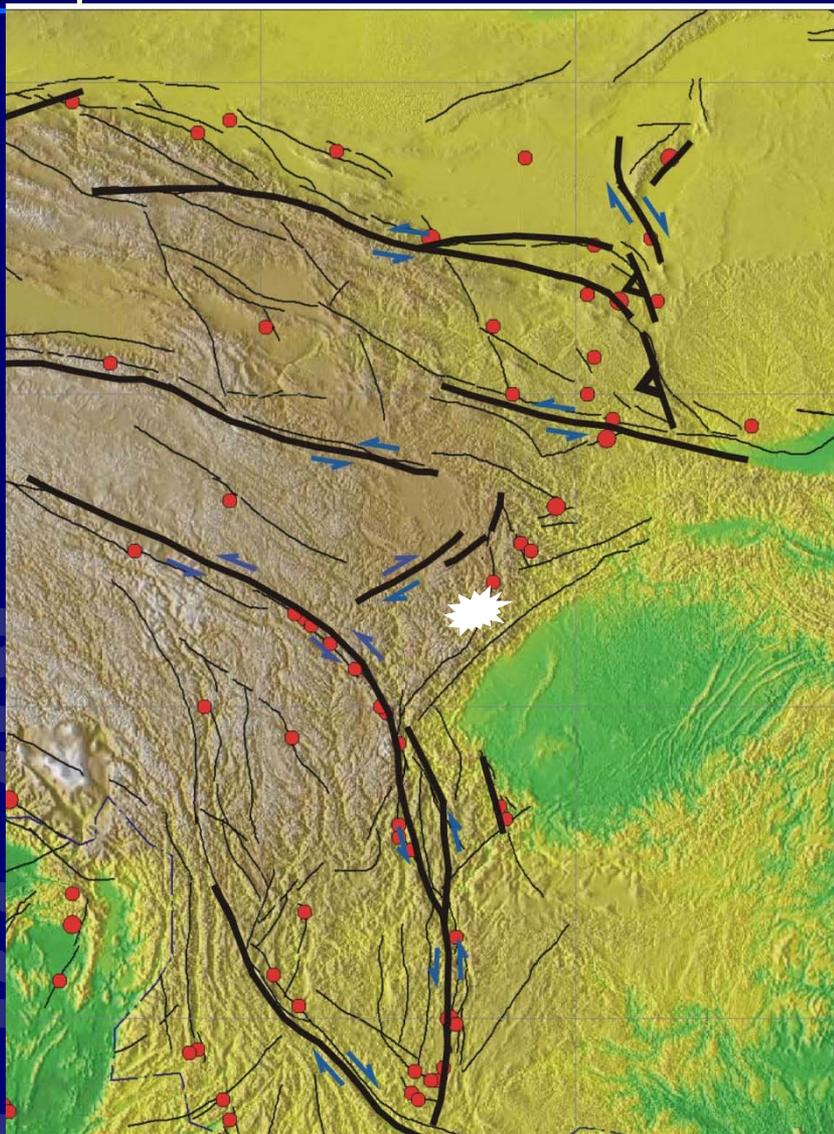
定量預測困難：(1)缺乏詳細構造特性，(2)缺乏各地現在應力應變狀態。

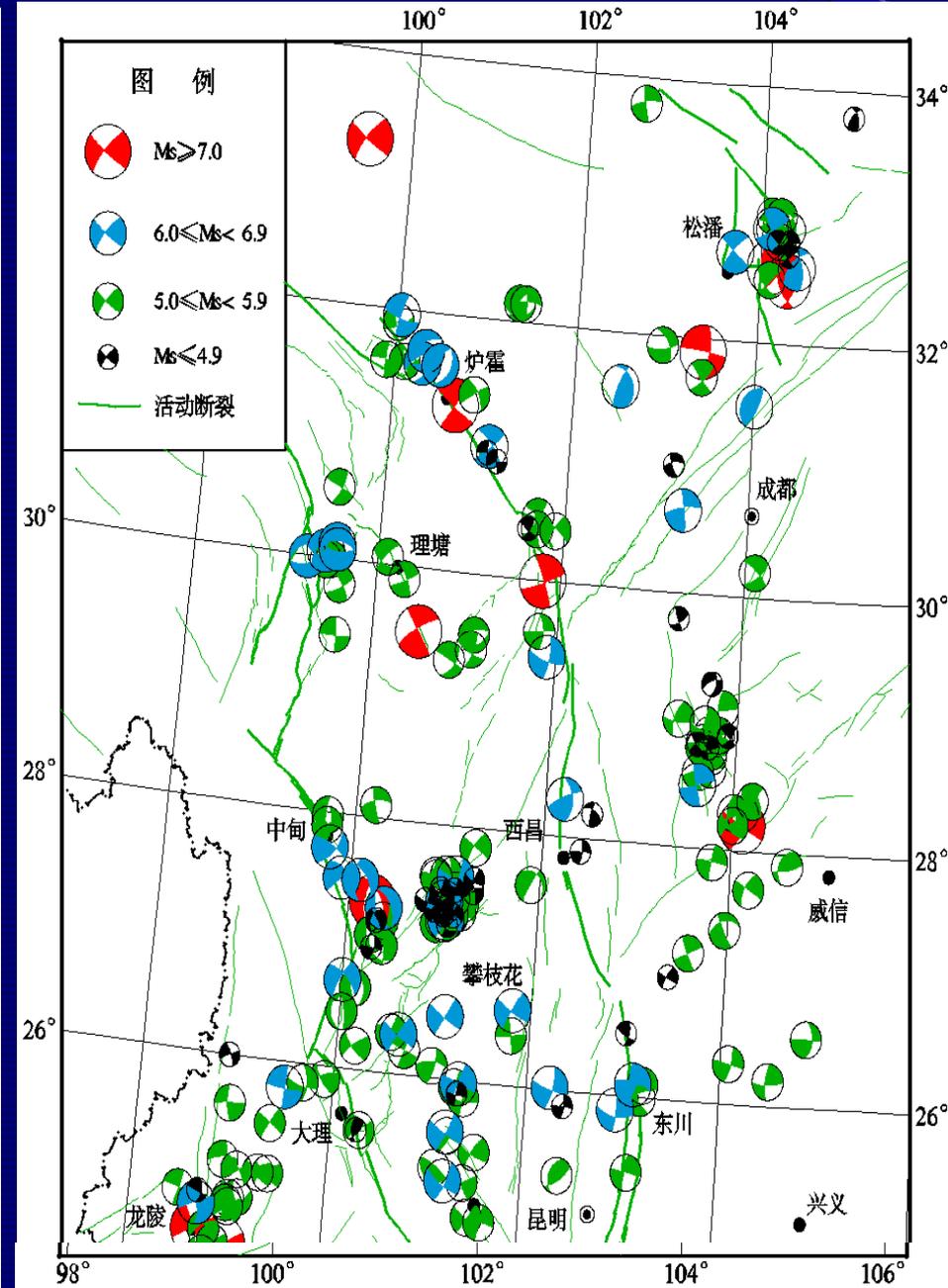
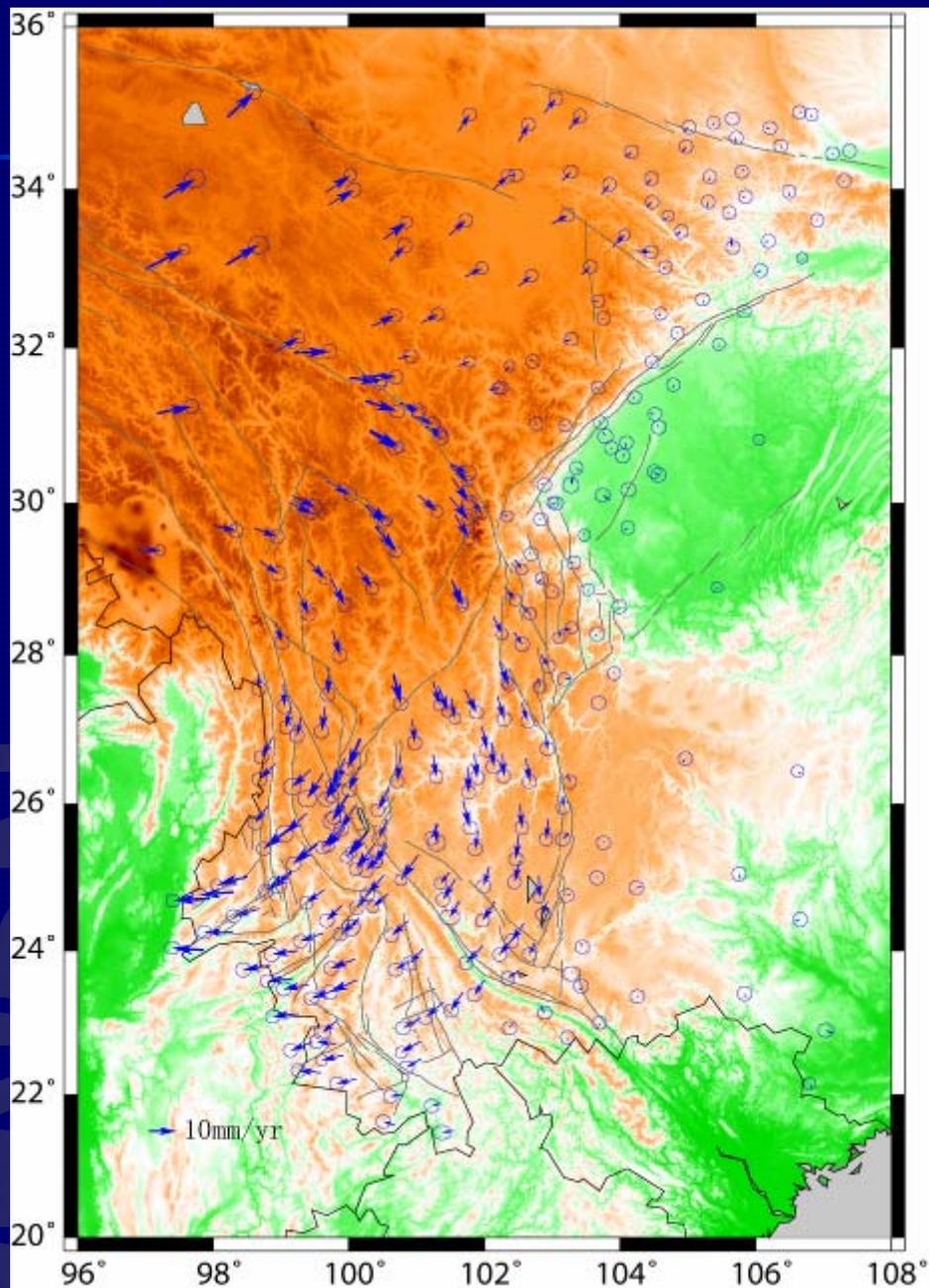
MICREEE

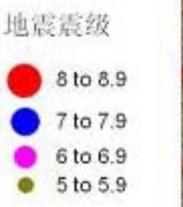
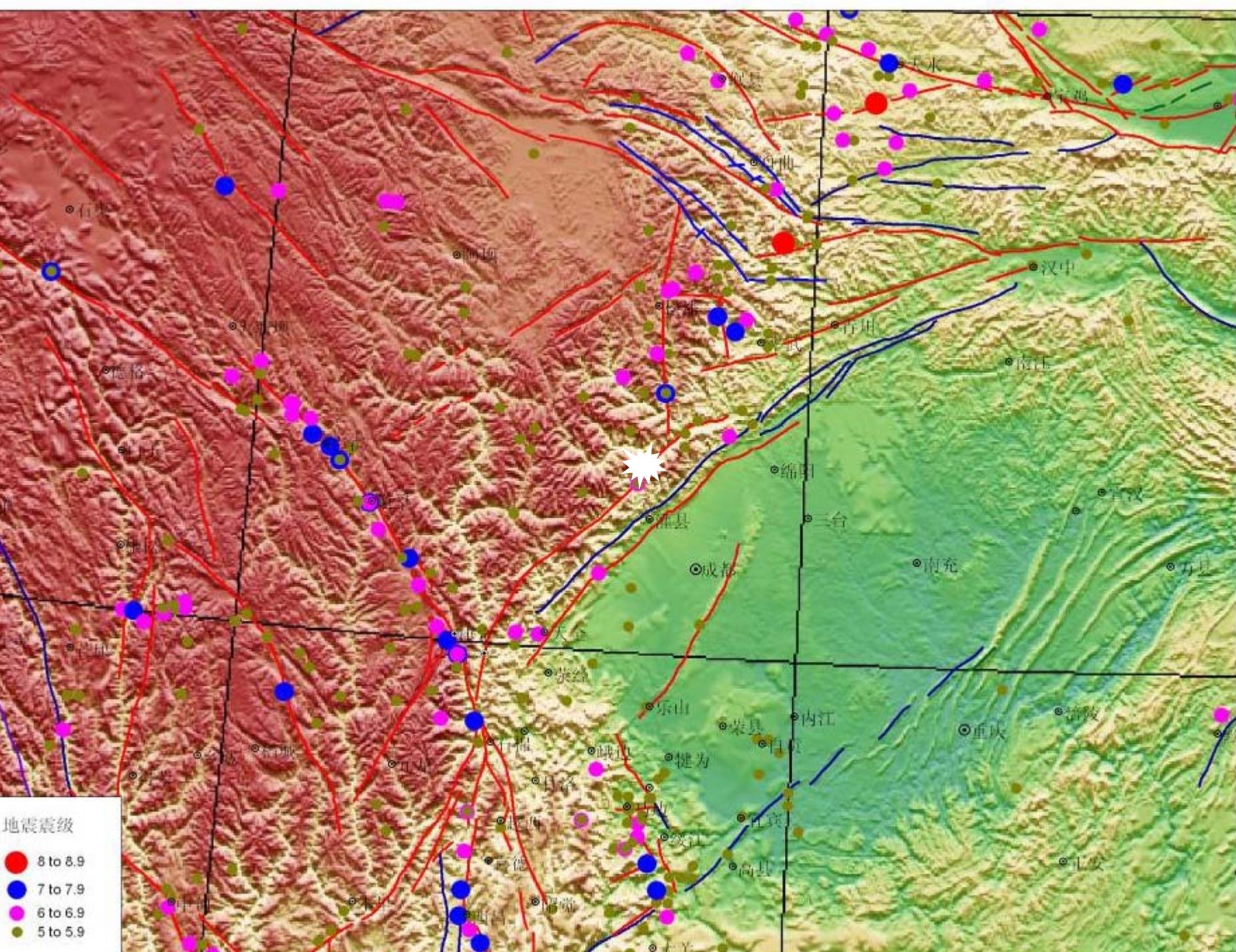
GPS量測板塊運動速度



南北地震带的主要地震构造与运动场(中國地震局地質所)









若爾蓋大草原2007第一美女索朗卓瑪

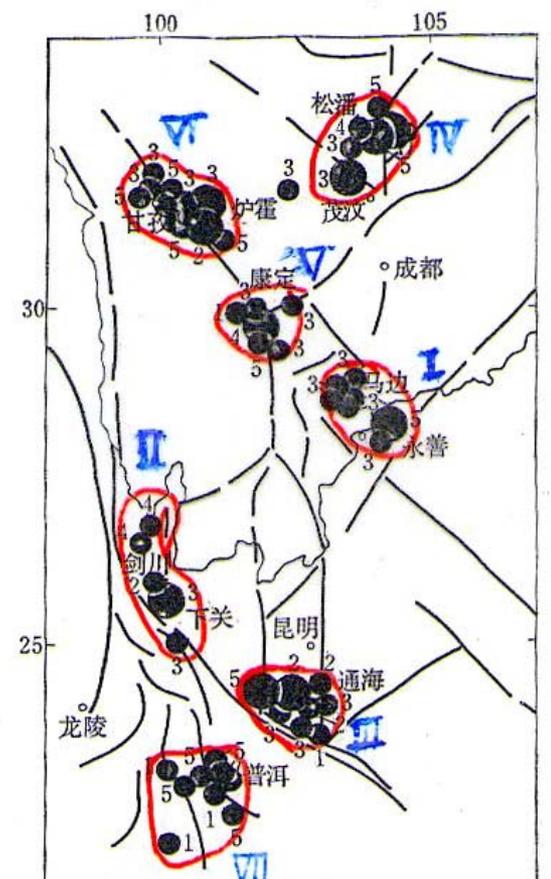




蜀道難，難於上青天

武則天故鄉

The distribution of multi-qua
points in yuennan-shichung



峨眉山
中國佛教
四大名山
普賢菩薩道場



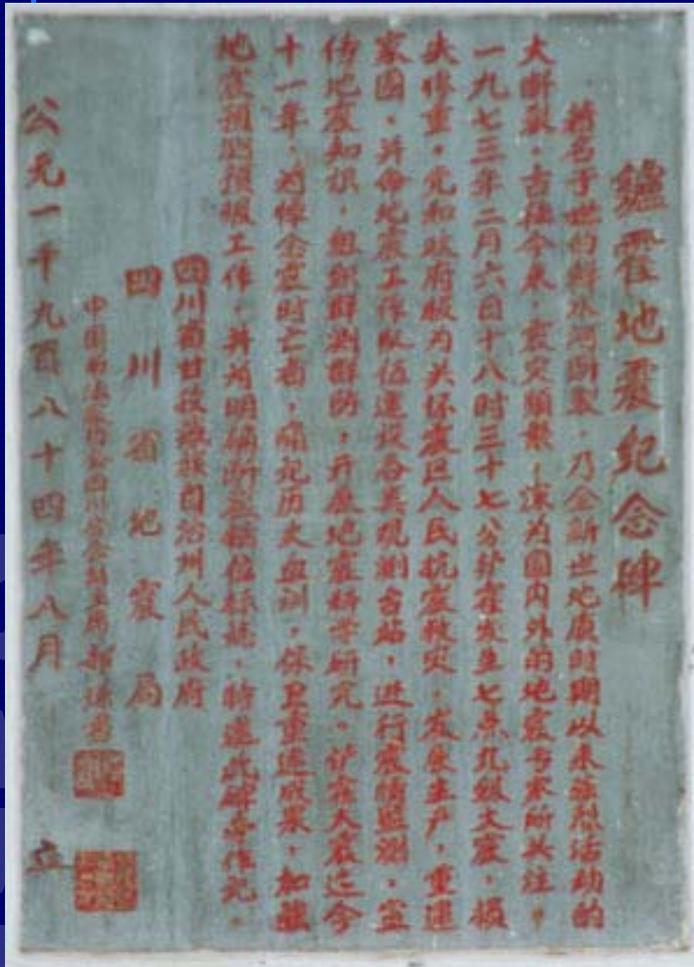
峨眉山猴子





四川爐霍地震

1973年2月6日，爐霍縣雅德發生7.6級地震。地震損失嚴重，死亡2175人，受傷2756人，絕戶88戶，孤兒43人；房屋倒塌1.57萬幢，破壞2867幢，損失牲畜40427頭、糧食201萬公斤。極震區內房屋倒塌几乎百分之百。從爐霍縣的俄米到則兒位，藏房全部倒平。“笨殼房”及全木結構房屋也遭到嚴重破壞或傾斜。縣城的5600幢房屋，全倒4600幢，嚴重破壞880幢，出現裂縫90幢。川藏公路有17處遭嚴重破壞。滑坡、地裂、山石滾落普遍。地震還造成一些公路橋梁破壞和電訊線路破壞，使通訊中斷。



疊溪海子



1933/08/25茂縣地震，據倖存者講：震前曾持續乾旱40多天，震前曾有**白色地光**產生，人們稱為“天門開”；前一天犛牛慘叫，天氣悶熱，地震發生時，疊溪鎮城居民，忽聞霹靂一聲，接著地面劇烈簸動，**地下發生低沉吼聲**，與地面上山岩崩塌、房屋倒塌的隆隆聲相和，霎時飛沙走石，煙塵四起，天昏地暗，地面到處張開大縫，忽開忽閉。不過一兩分鐘，全鎮傾沒。當天入夜天氣驟變，**狂風暴雨**。晚間又發生**大震5次**之多，地下隆隆聲不止，山坡岩石飛滾。

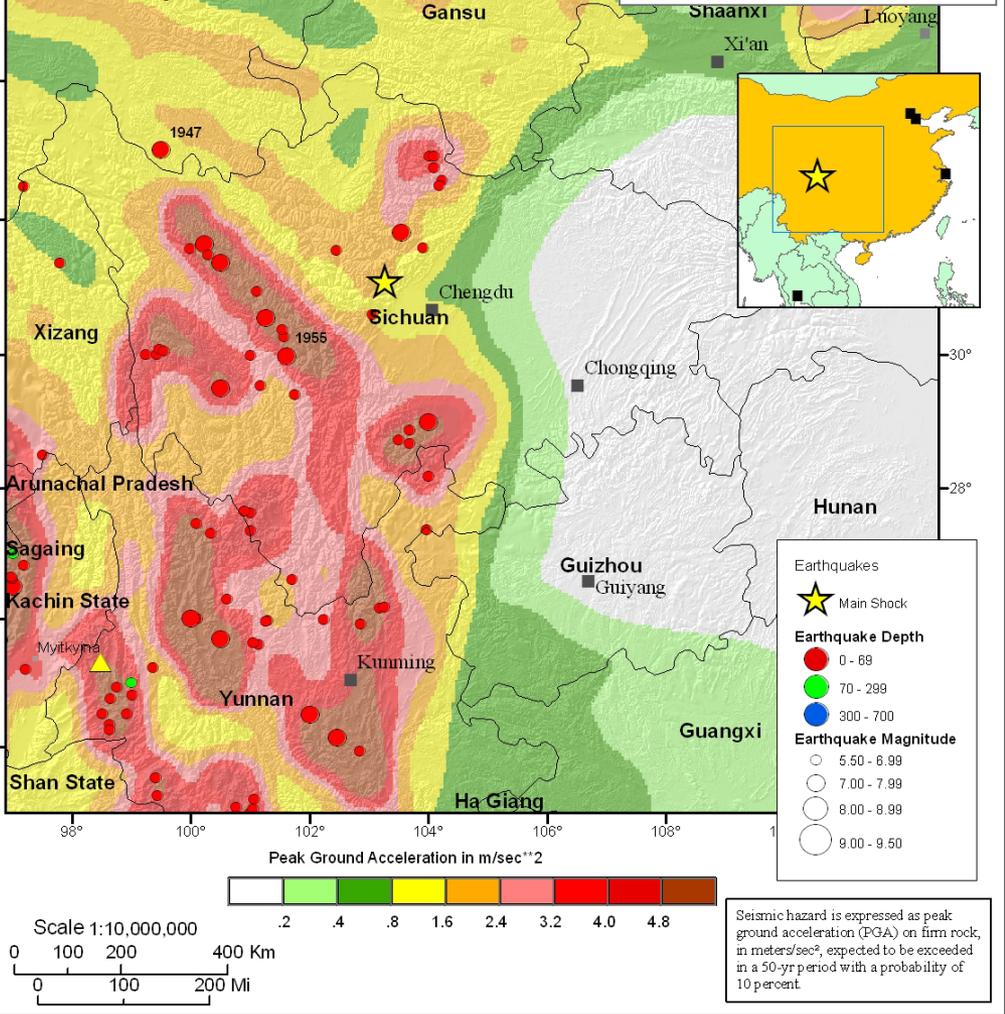
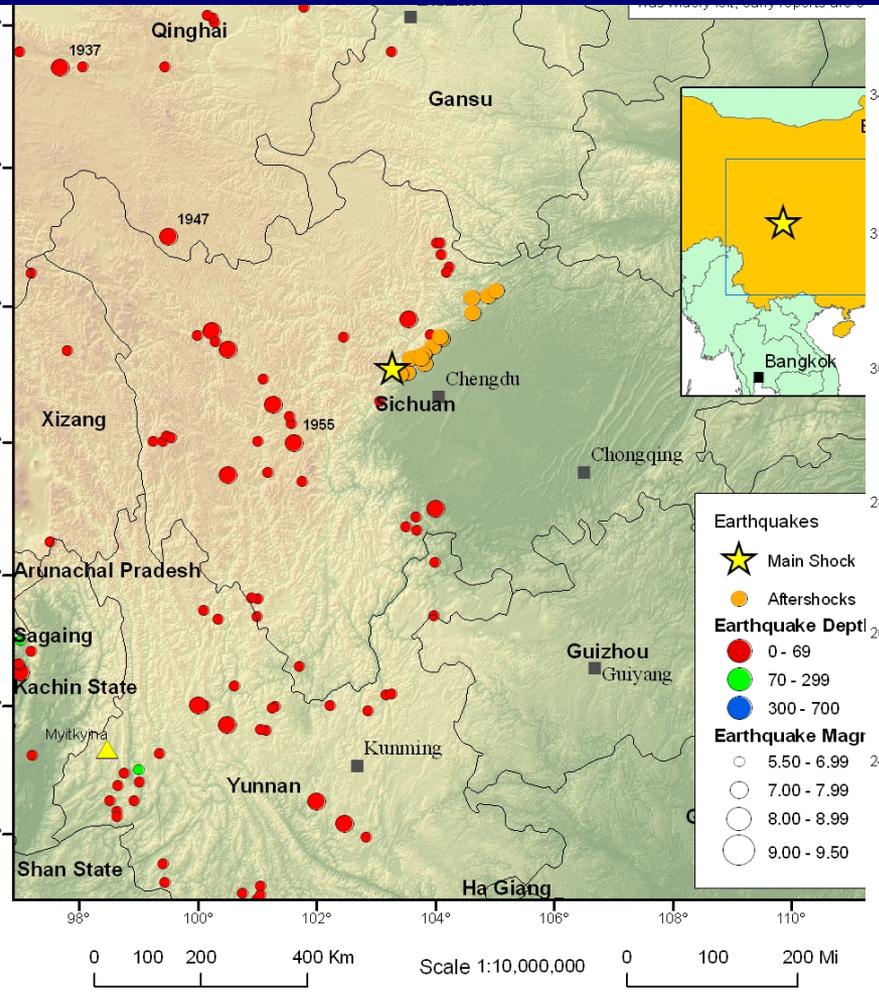
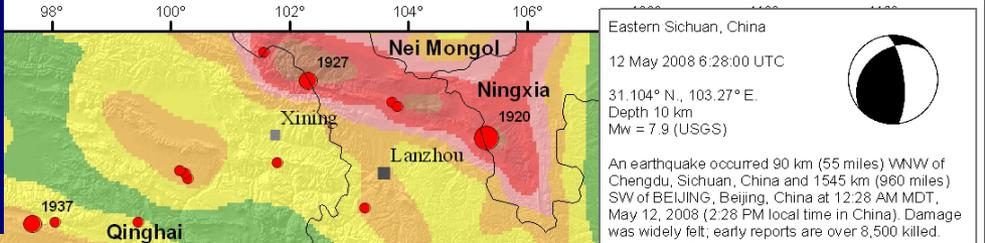


羌族



Eastern Sichuan, China, Earthquake of 12 May 2008

震區劃分 有時會出問題
 活動斷層研究並不完備
 板塊內地震->再現週期很長
 除非有歷史地震佐證



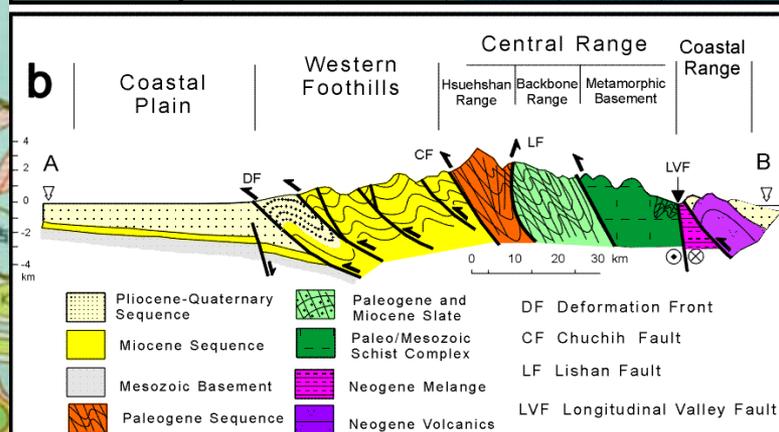
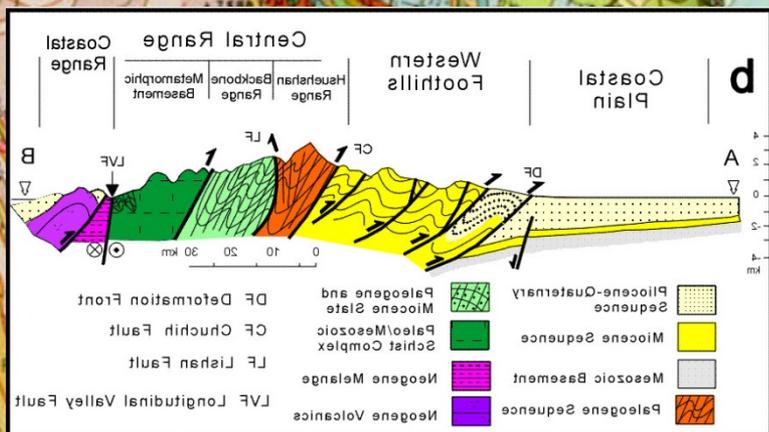
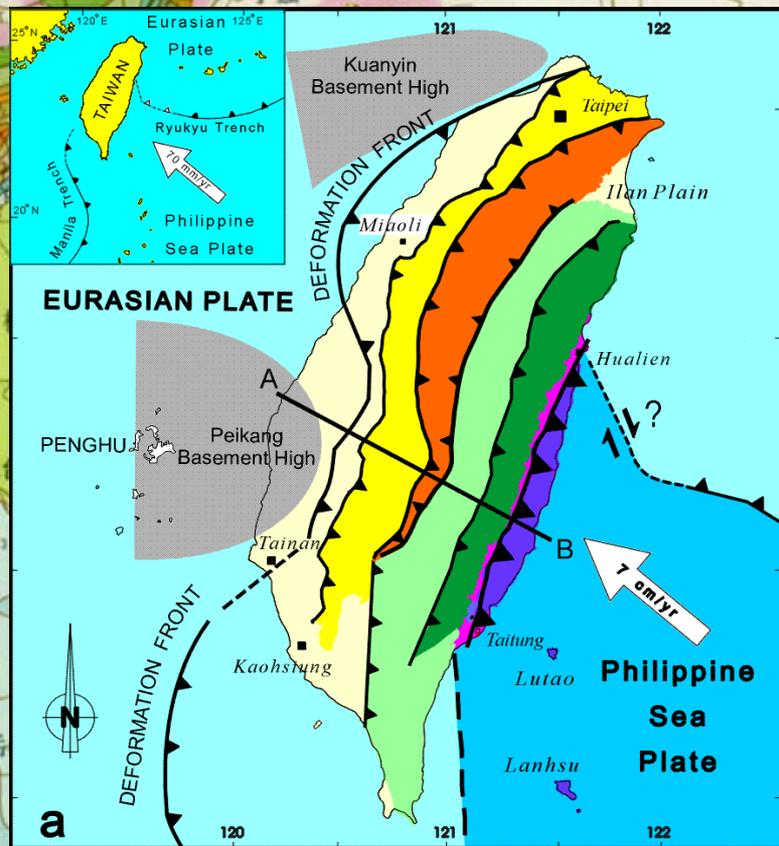
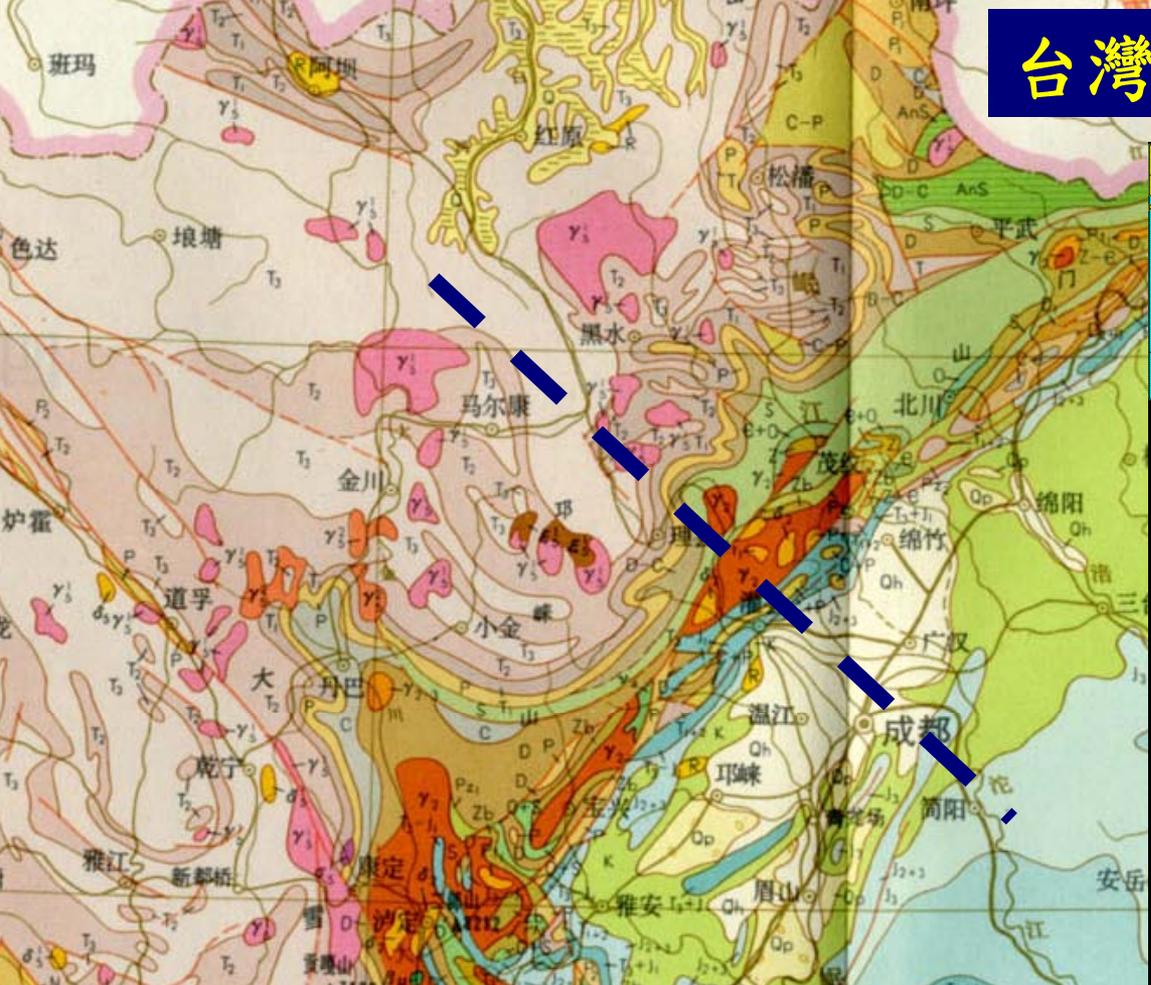
明嘉靖三十五年西元1556年。陝西華縣在西安東100公里，華山西30公里，潼關西50公里。死傷人數保守估計為83萬。



1556年1月23日陝西華縣8級大地震，是世界地震傷亡最大的地震，為古今中外地震歷史所罕見。據史料記載：“壓死官吏軍民奏報有名者83萬有奇，……其不知名未經奏報者復不可數計”。這次地震為8級，極震區烈度為XI度，重災面積達28萬平方公里，分佈在陝西、山西、河南、甘肅等省（區）；地震波震撼了大半個中國，有感範圍遠達福建、兩廣等地。這次地震人員傷亡如此慘重，其主要因素是由於地震引起的一系列地表破壞而造成的。據史料記載：“嘉靖三十四年十二月陝西地震，壬寅夜地震，聲如雷，山移數里，平地柴坼裂，水溢出，西安、風翔、慶陽諸郡邑城皆陷沒，壓死者十萬”。其次造成地震嚴重災害的還有震中區人口稠密，房屋抗震性能較差；地震發生在午夜時分，震前沒有明顯的地震前兆，人們沒有絲毫精神準備；水災、火災、疾病等次生災害嚴重；社會治安混亂，謠言四起；加上饑餓和人們無所居，使這次地震造成了慘重災難。

歷史地理學研究結果表明,1556年陝西華縣大地震造成的陝西潼關黃河河床的抬升,觸發了1570年以後黃河小北幹流長期的洪水氾濫.頻繁的洪水氾濫演化成兩岸的生態環境災難.明代山西的滎河縣城、蒲州城和陝西朝邑縣城,就在這長達400里的生態環境災難中最終被廢棄,以致人們以為它們在華縣地震時也和現在一樣,位於黃河河漫灘上.

台灣造山帶—薄皮逆衝理論





災情(Day 1)--最壞的消息還未出現

經驗：921地震位於上盤的埔里、東勢

經驗：1973四川爐霍地震，人員傷亡率房屋毀損率

災情出現順序：人員、建築、交通設施、維生管線、其他

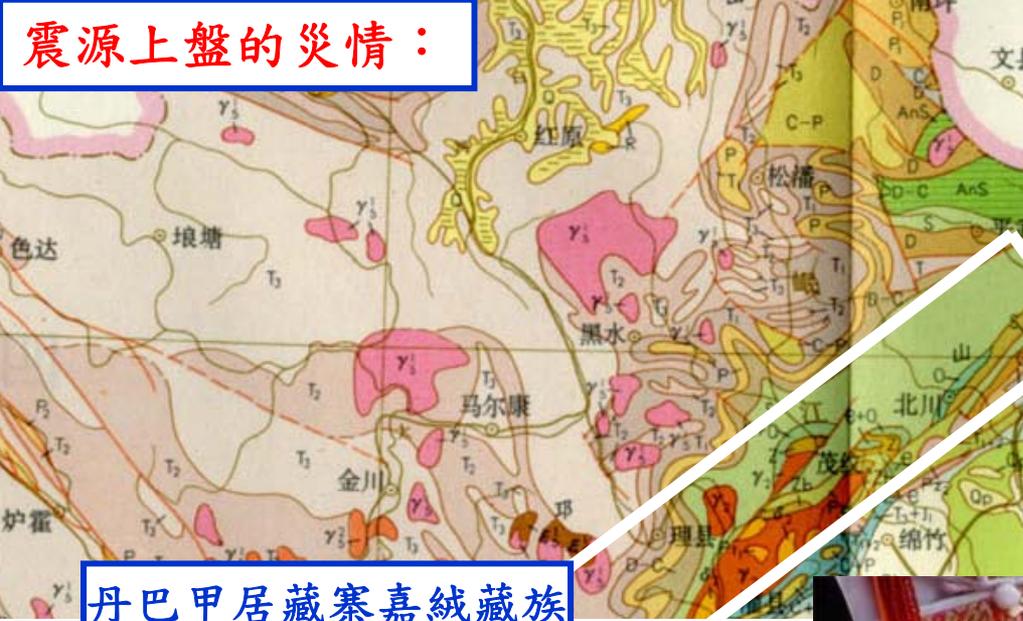
Day 4:官方確認 19509人死亡，估計遇難人數將超過五萬人

Day 9:官方確認 40075人死亡，傷247000，失蹤32000。

Day30:官方確認 69170人死亡，傷374159，失蹤17427。

受災人數4624萬人

震源上盤的災情：



丹巴甲居藏寨嘉絨藏族



2008/05/12 18:43
重慶市梁平縣，有一所小學的房舍倒塌，造成4名學生死亡、100多名學生受傷，其中有2人重傷，另外還有1人是因為水塔倒踏死亡，而都江堰旁有一排房屋倒塌，死傷情況不明。
2008/05/12 19:00
新華社：都江堰九百學童埋在瓦礫堆





根據921地震
山崩面積推估

200gal :	3.9%
300gal :	5.2%
400gal :	6.4%
500gal :	8.4%
600gal :	10.3%
700gal :	13.6%
800gal :	16.8%

北川可能達到500gal

中國地震局
工程力學所
綿陽八角鎮650gal



中國地震局地質所何宏林研究員在北川縣城，發現一條地震地表破裂帶。從北川縣城南1km開始至北川縣城中心吊橋附近，出露長約2km。該地震地表破裂帶走向 N15-20E，北西盤抬升高度2-3m，具有較大的右旋分量。



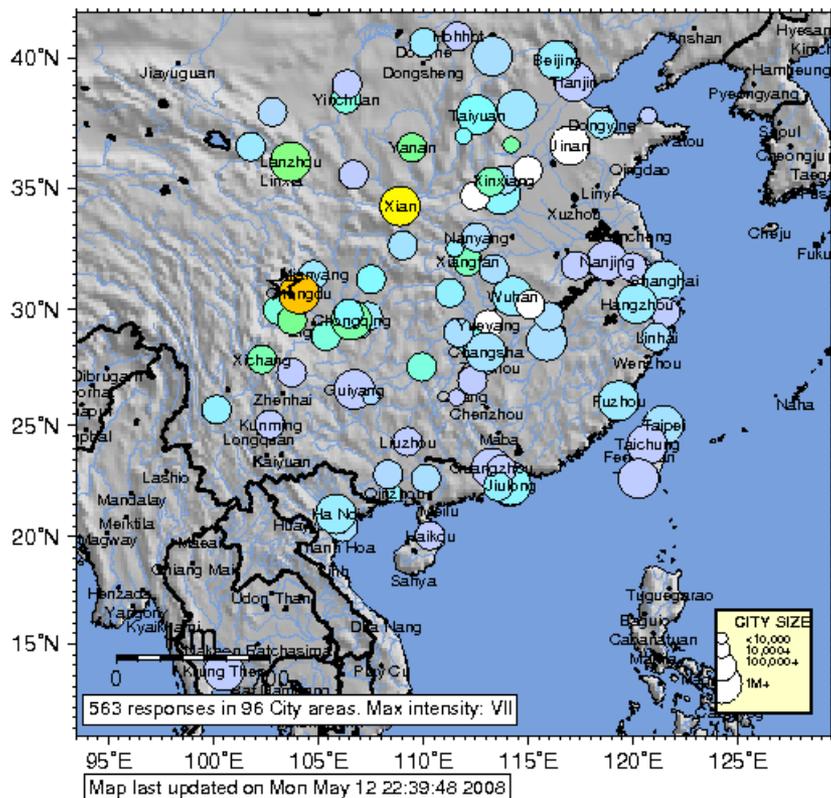
[其他災情]可能情況：
1.斷層主破裂延伸至雅安
2.斷層出露於地表
→土壤液化等現象尚未報導

雅安道路呈波浪狀 [聯合報]
距離汶川約一百公里的四川都江堰受災嚴重，城區的部分房屋受到震波的衝擊，嚴重受損，甚至倒塌。通往汶川的道路也全部中斷。成都西南側的雅安市多處樓房倒塌，當地民眾稱，多處道路呈**波浪狀**，他們一輩子都沒看過這麼大的地震。



為什麼有感範圍這麼大？

USGS Community Internet Intensity Map (52 miles WNW of Chengdu, China)
ID:2008ryan 06:28:00 GMT MAY 12 2008 Mag=7.9 Latitude=N31.02 Longitude=E103.37

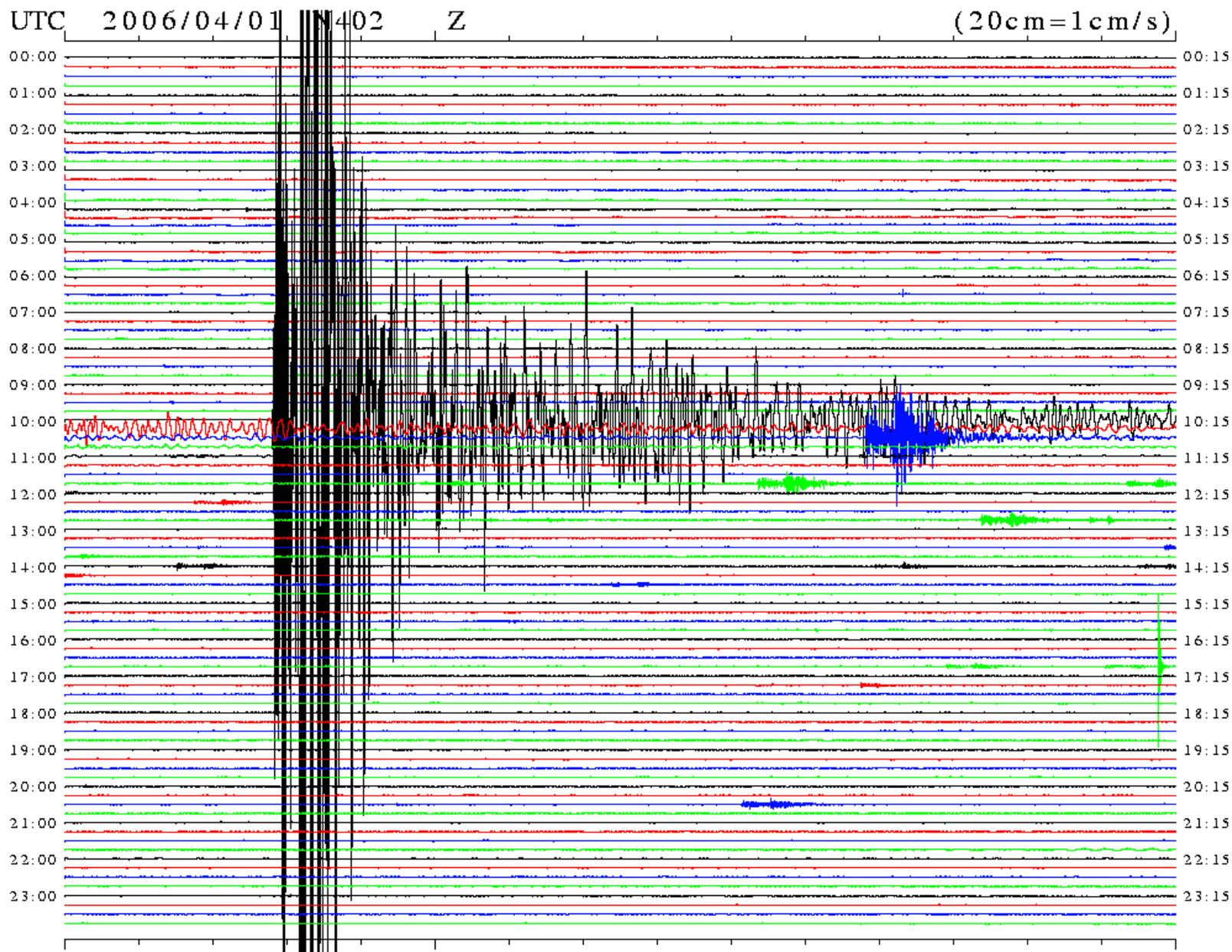


INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+
SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	Very Heavy

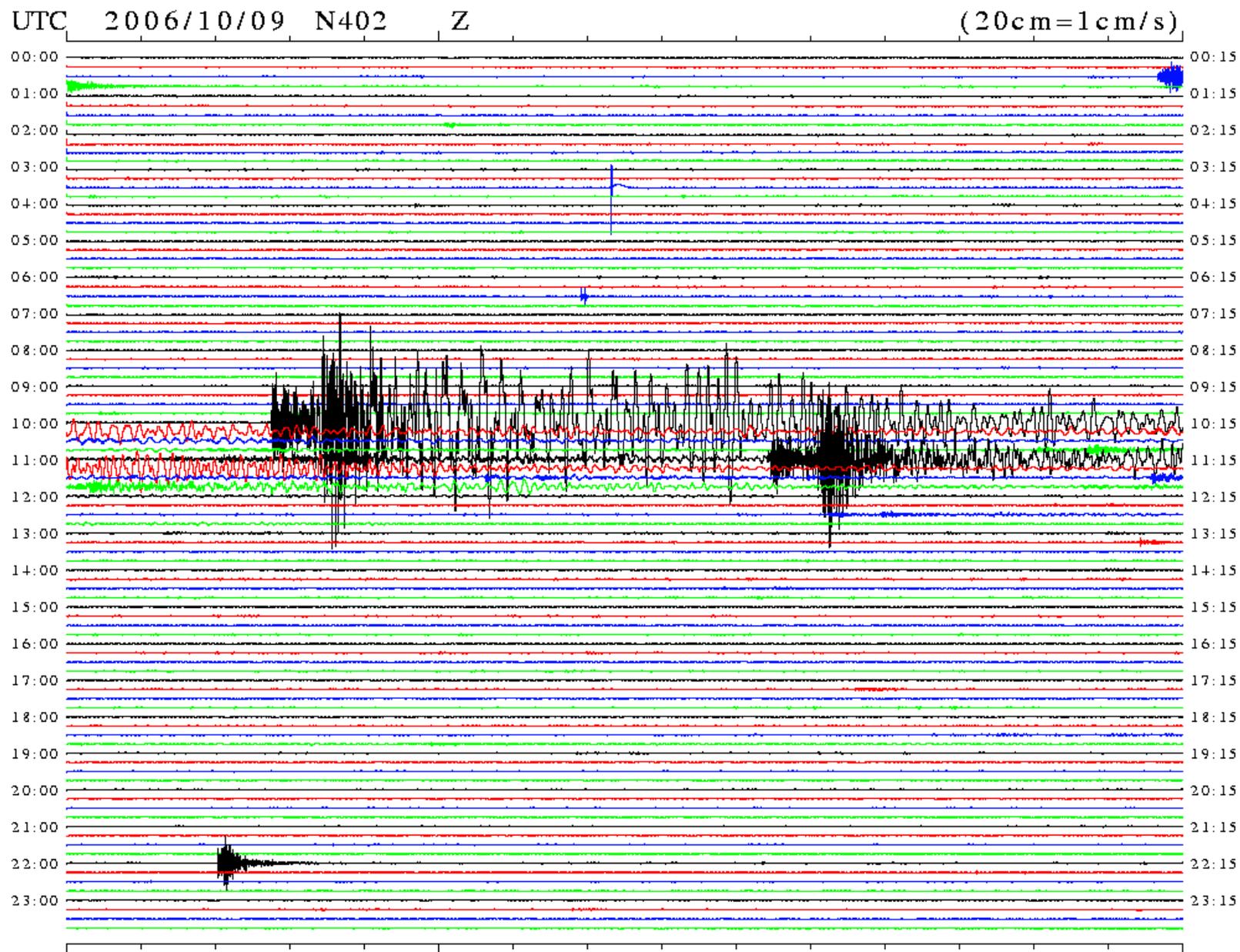
- 四川強震／搖到台灣來！
101大樓民眾：「我要逃生嗎？」
- 地震的威力遠及北京、上海甚至泰國曼谷、越南河內和台灣都感受得到。路透報導，曼谷的高樓搖晃了約7分鐘之久。

理由：

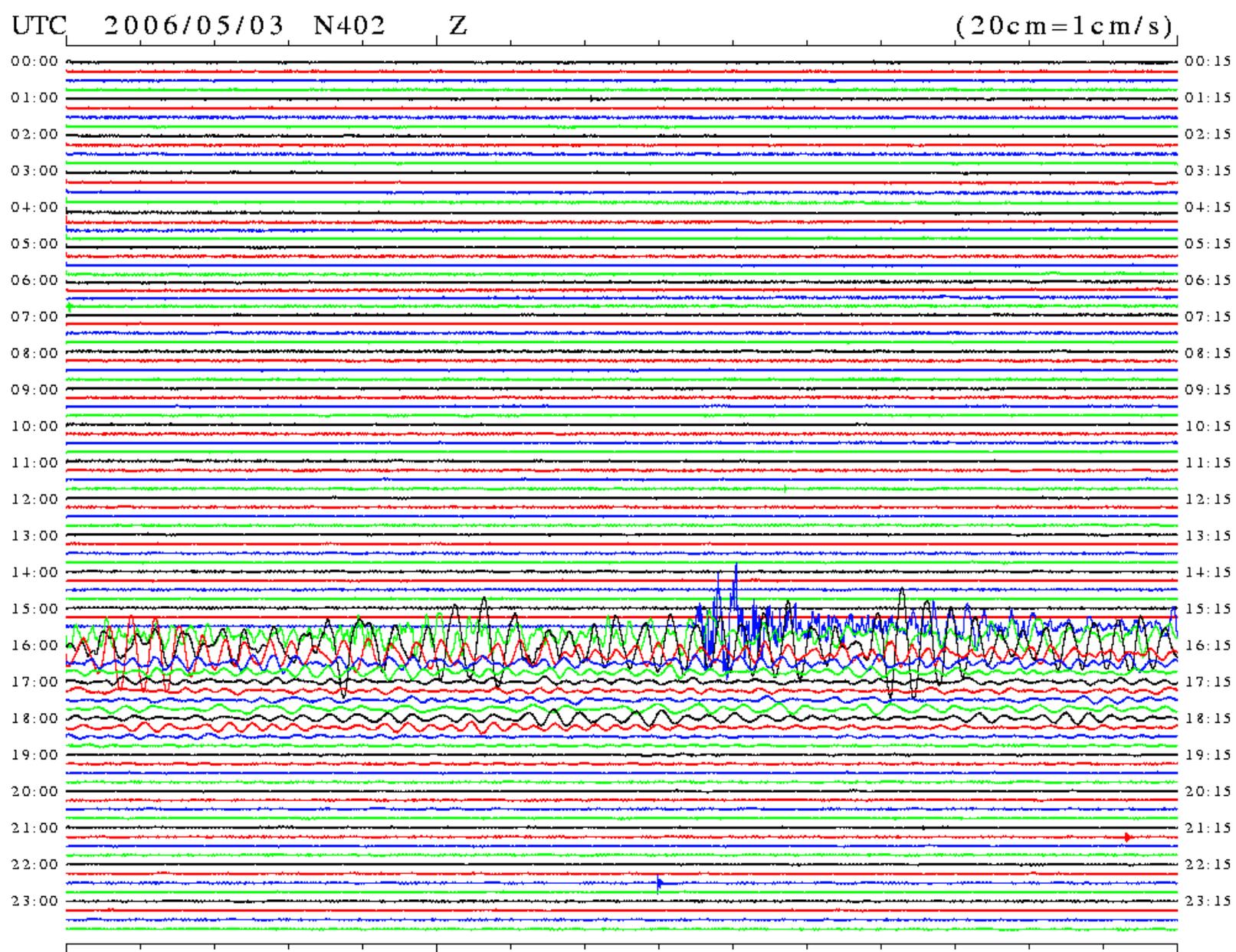
1. 表面波
2. 厚土層產生震波放大
3. 老地殼、硬、震波衰減慢



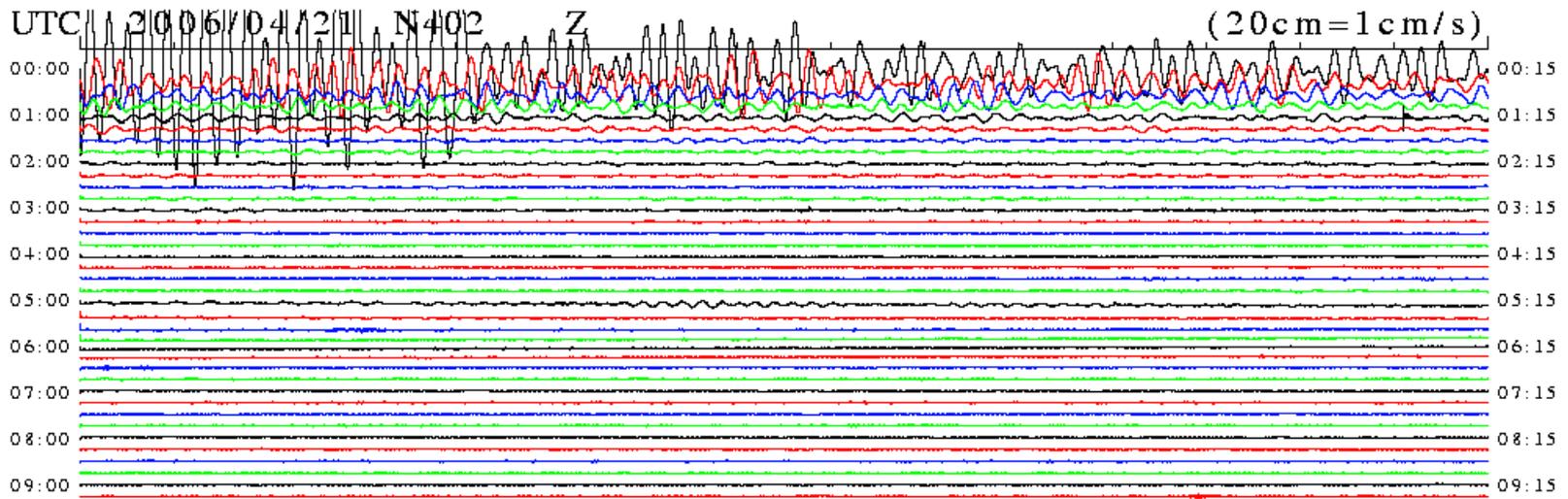
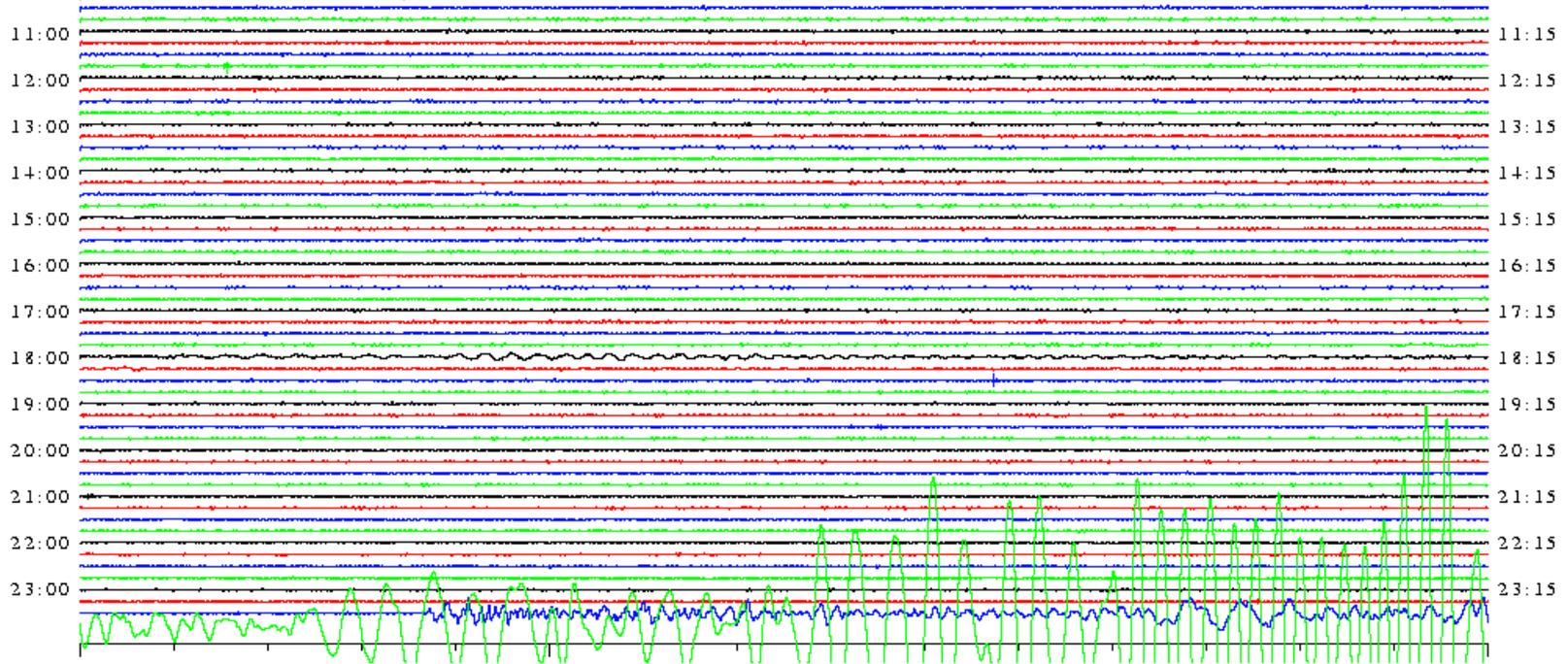
菲律賓 Mw6.3 DIST~400km

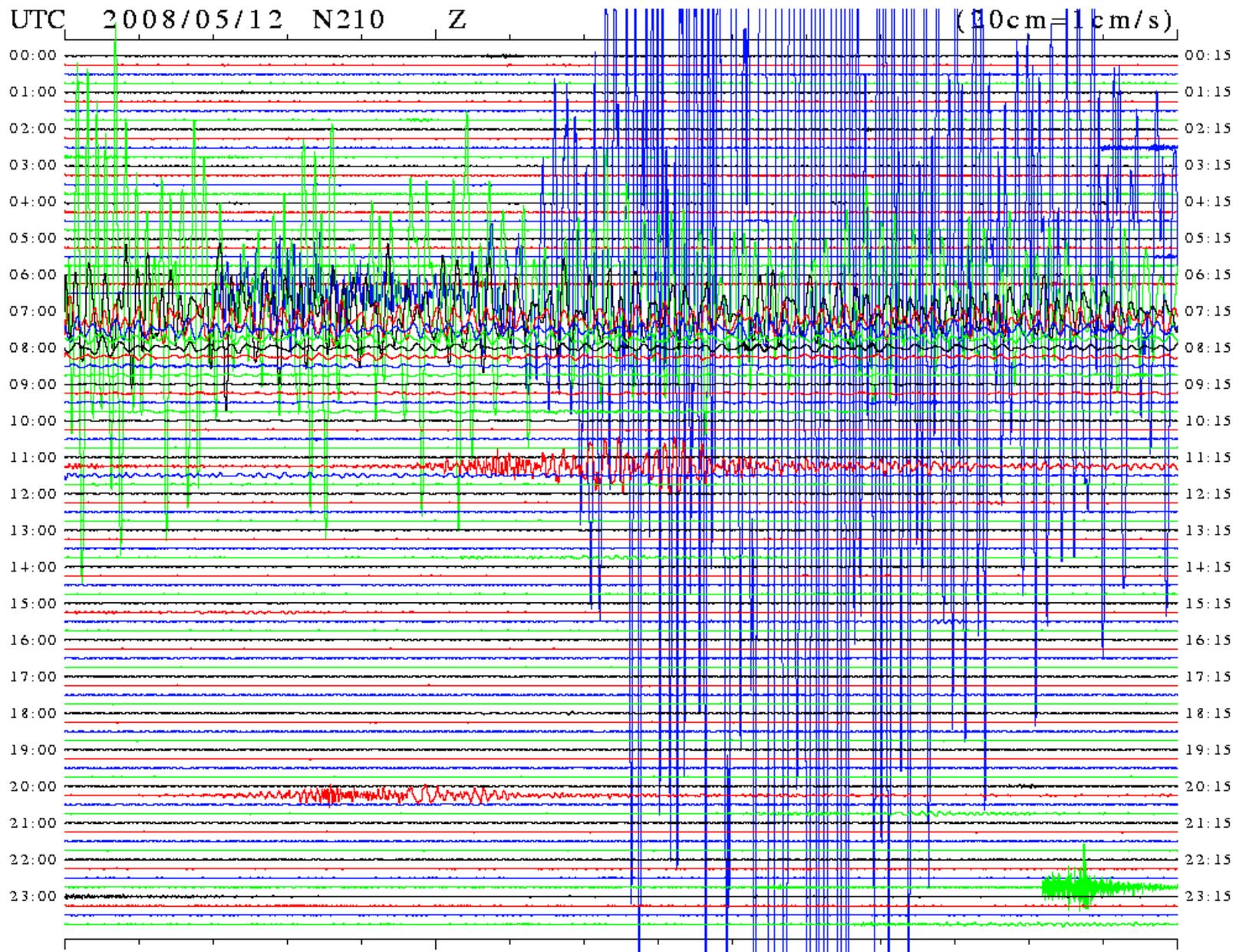


TONGA Mw8.0 DIST~7660km 經太平洋、菲律賓海傳至台灣

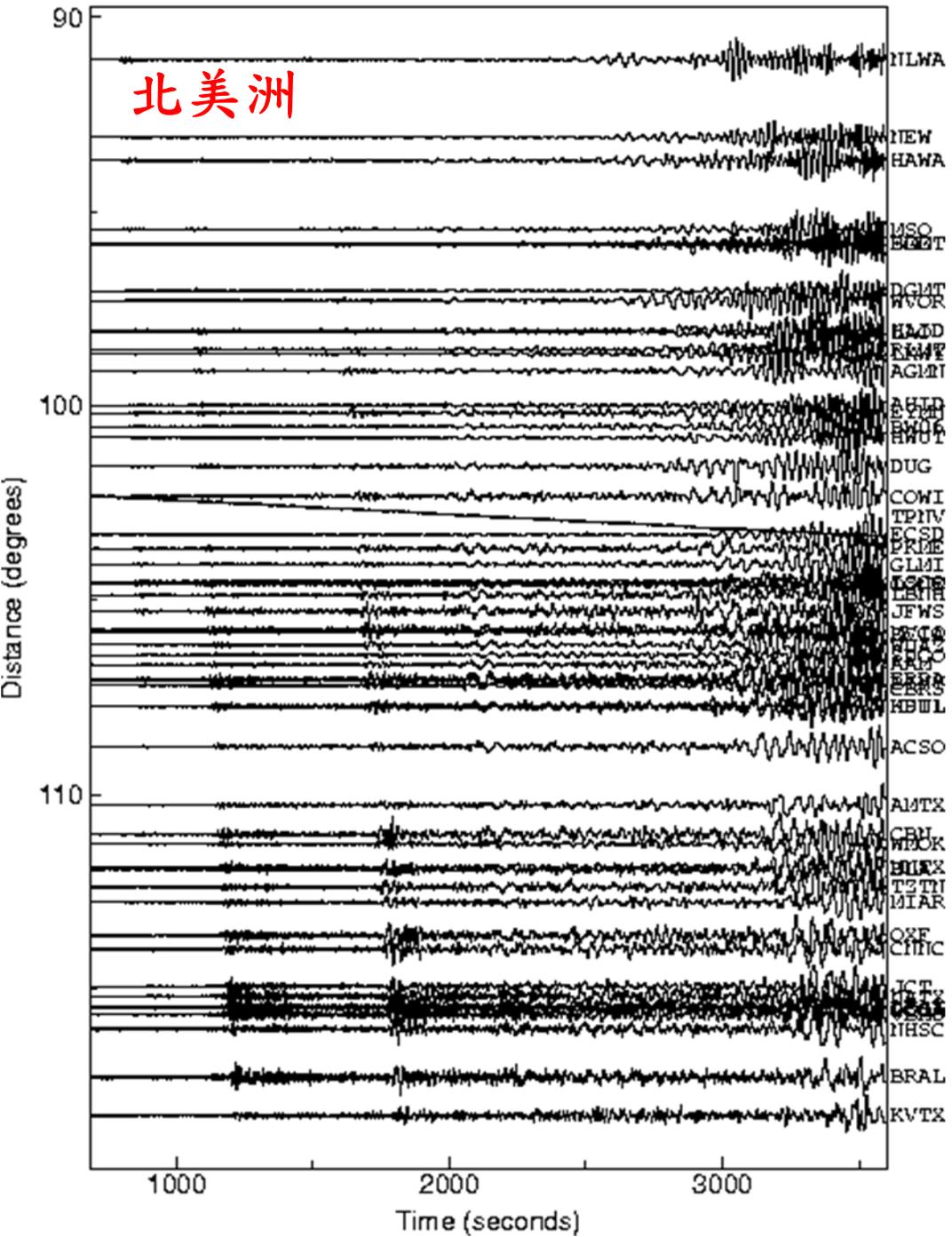


俄羅斯 堪察加半島北方 Mw7.7 DIST~6000km 沿大陸棚傳至台灣





北美洲

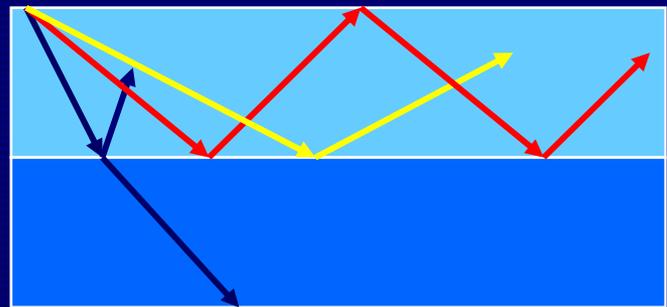


當地震波傳播到500km之外表面波就發育完成，慢慢變成整個波列中振幅最大的波相，周期約5~20秒。

因此在台北、上海、曼谷等坐落在厚土層上的超高建築就會搖晃比較劇烈。

SNELL'S LAW

SURFACE WAVE
振幅呈 r^{-1} 衰減



BODY WAVE
幾何擴散因子 振幅呈 r^{-2} 衰減

幾何擴散因子 振幅呈 r^{-2} 衰減

破壞條件：
地殼厚度突然變化：陸海交界
經過高衰減年輕地殼(Q值小)

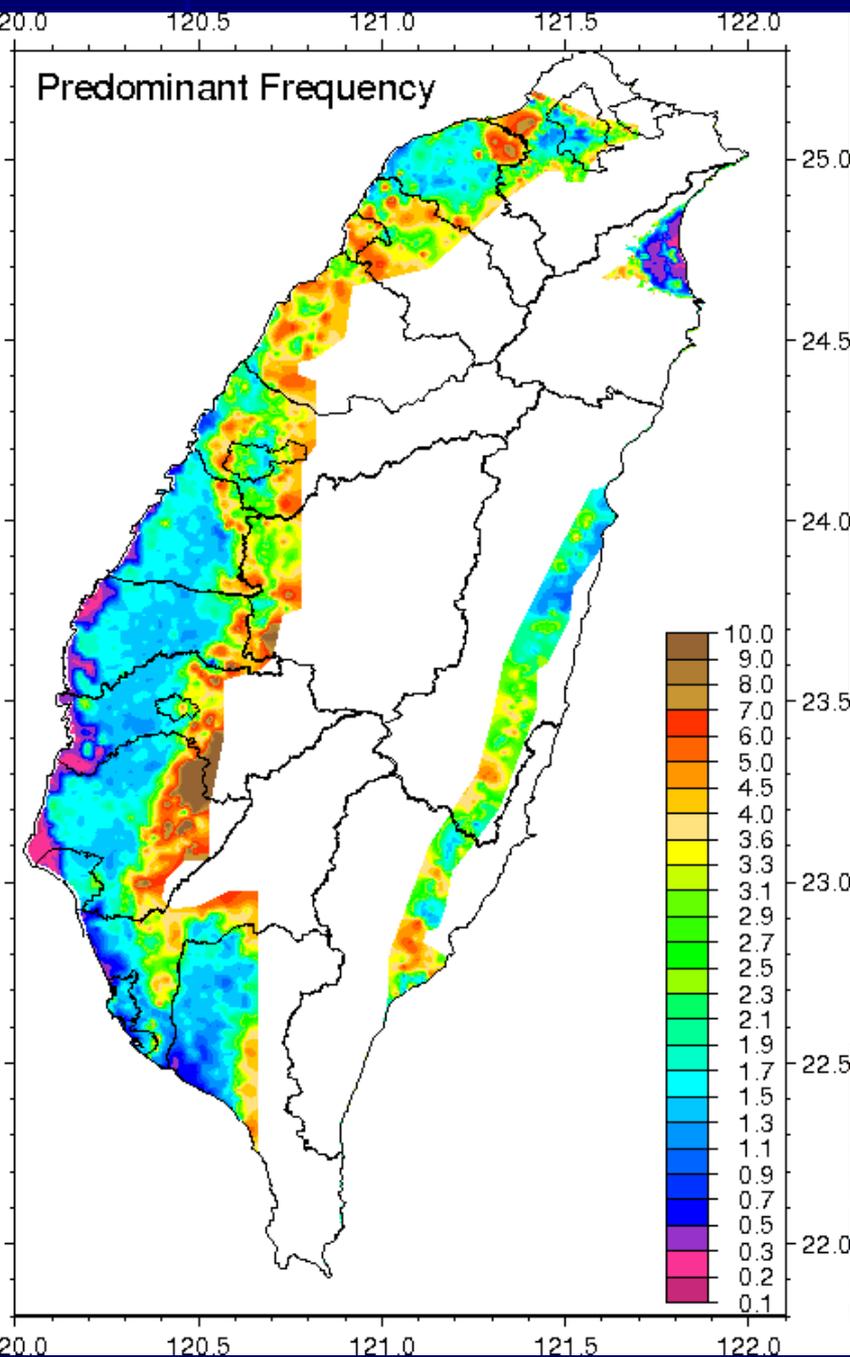
「交通部中央氣象局地震震度分級表」(八十九年八月一日公告)



震度分級		地動加速度範圍	人的感受	屋內情形	屋外情形
0	無感	0.8gal以下	人無感覺。		
1	微震	0.8~2.5gal	人靜止時可感覺微小搖晃。		
2	輕震	2.5~8.0gal	大多數的人可感到搖晃， 睡眠中的人有部分會醒來。	電燈等懸掛物有小搖晃。	靜止的汽車輕輕搖晃， 類似卡車經過，但歷時很短。
3	弱震	8~25gal	幾乎所有的人都感覺搖晃， 有的人會有恐懼感。	房屋震動，碗盤門窗發出聲音，懸掛物搖擺。	靜止的汽車明顯搖動， 電線略有搖晃。
4	中震	25~80gal	有相當程度的恐懼感， 部分的人會尋求躲避的地方， 睡眠中的人幾乎都會驚醒。	房屋搖動甚烈，底座不穩物品傾倒，較重傢俱移動，可能有輕微災害。	汽車駕駛人略微有感， 電線明顯搖晃，步行中的人也感到搖晃。
5	強震	80~250gal	大多數人會感到驚嚇恐慌。	部分牆壁產生裂痕，重傢俱可能翻倒。	汽車駕駛人明顯感覺地震， 有些牌坊煙囪傾倒。
6	烈震	250~400gal	搖晃劇烈以致站立困難。	部分建築物受損，重傢俱翻倒，門窗扭曲變形。	汽車駕駛人開車困難， 出現噴沙噴泥現象。
7	劇震	400gal以上	搖晃劇烈以致無法依意志行動。	部分建築物受損嚴重或倒塌，幾乎所有傢俱都大幅移位或摔落地面。	山崩地裂，鐵軌彎曲， 地下管線破壞。

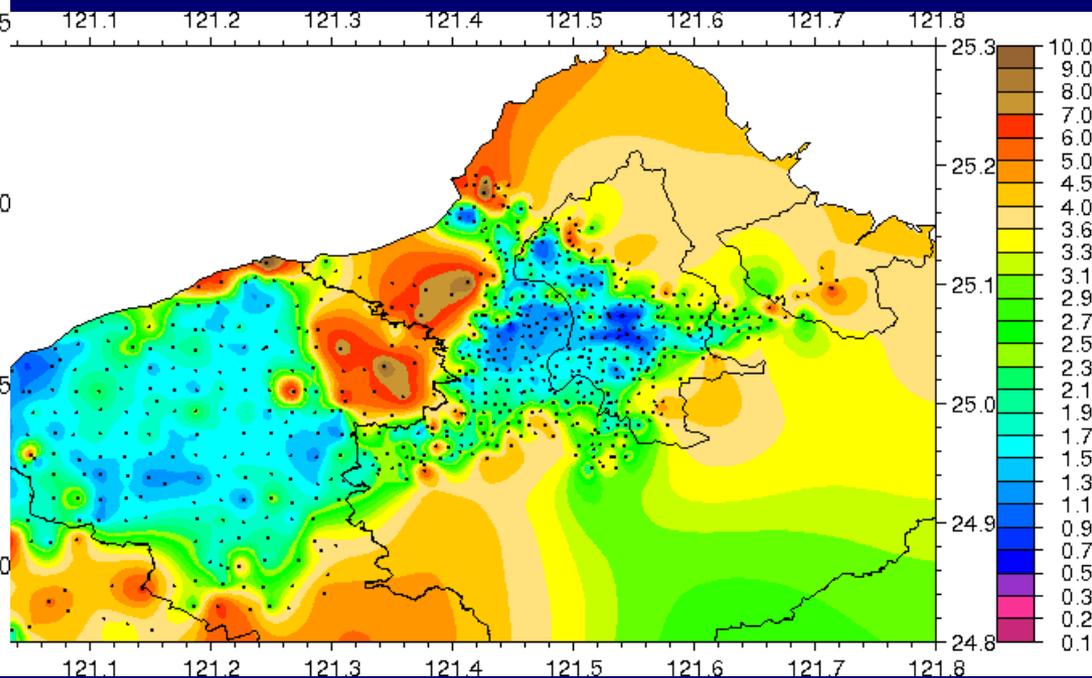
註：1gal = 1cm/sec*sec

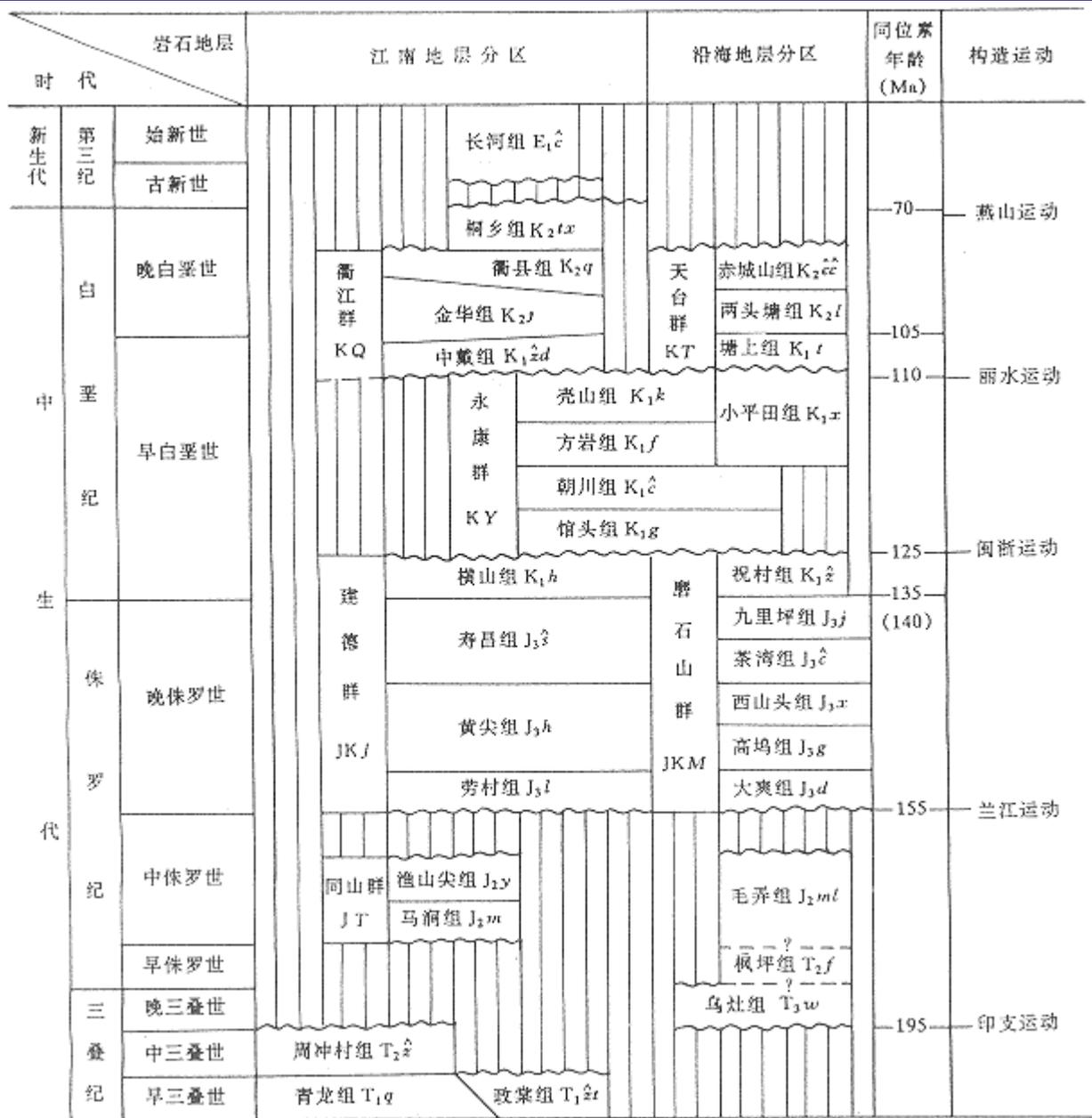
目前沒有人針對“速度”制定分級表。 Q: 超高建築是否需要？



以微地動資料H/V 估算之場址振動主頻

資料點數：3600+





大陸地體構造運動
大致在70百萬年前
完成(燕山運動)
(喜瑪拉雅造山)

->大陸地殼非常老

台灣蓬萊造山運動
自10百萬年前開始
在2~4My達顛峰
大屯火山
基隆火山

埔里運動 24My

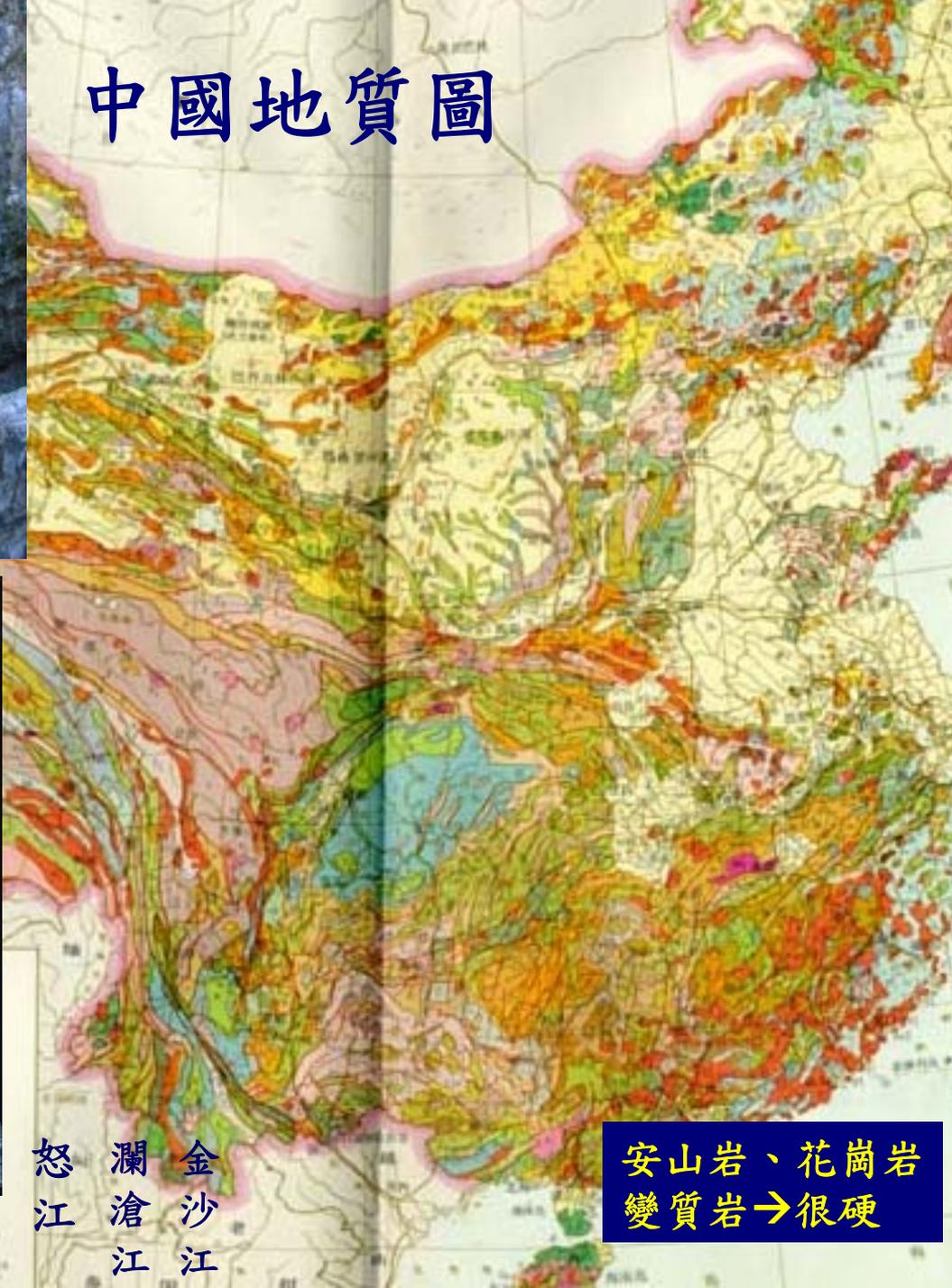
太平運動 65My

NCREE

太魯閣九曲洞



中國地質圖



怒江
瀾滄江
金沙江

安山岩、花崗岩
變質岩 → 很硬



第三紀 白堊紀 古近紀 新近紀 第四紀	中生代 白堊紀 古近紀 新近紀	中生代 白堊紀 古近紀 新近紀	中生代 白堊紀 古近紀 新近紀



地震前兆、地震預測

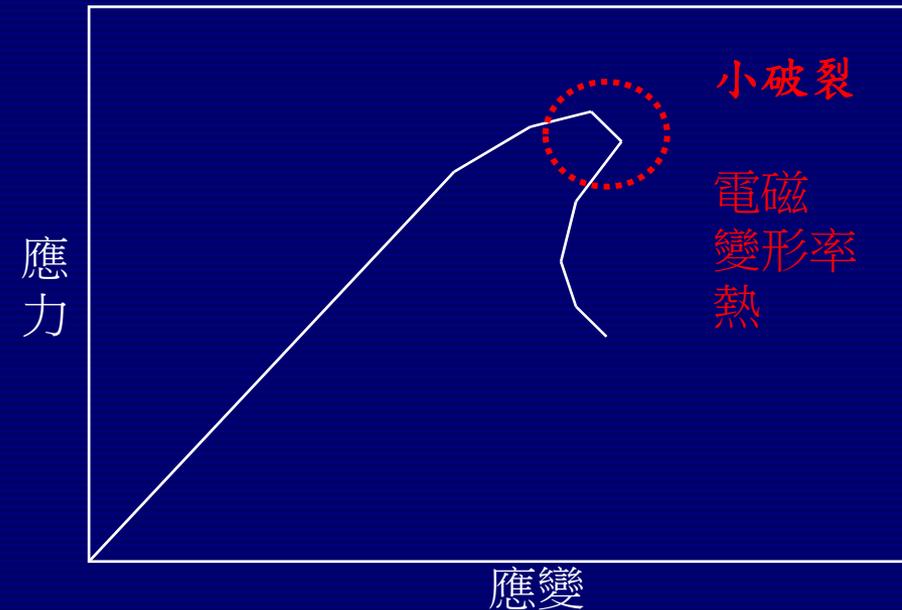
地震預測：何時、何地、規模(如何破裂)

- (1)地震前兆 -- 何時、何地
- (2)地震觀測 -- 如何破裂

- 前震
- 電離層變化
- **GPS**走時延遲、速度場變化
- 地球磁場、電場變化
- 斷層帶土壤氣體濃度變化
- 旱震理論
- 地下水位變化
- 生物異常反應

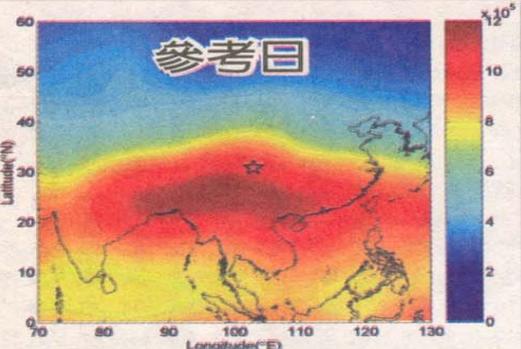
Q:地震孕震帶通常都很深(>10km)
地殼是很差的熱、電、磁導體

在無法提出理論前，地震前兆還屬於觀測累積資料階段。但是政府想要的是解決方案，而不是研究方案。

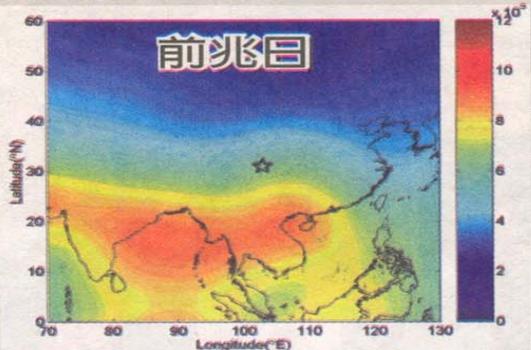




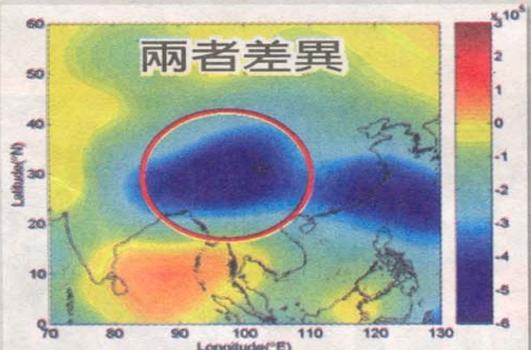
電離層變化 中央大學劉正彥教授



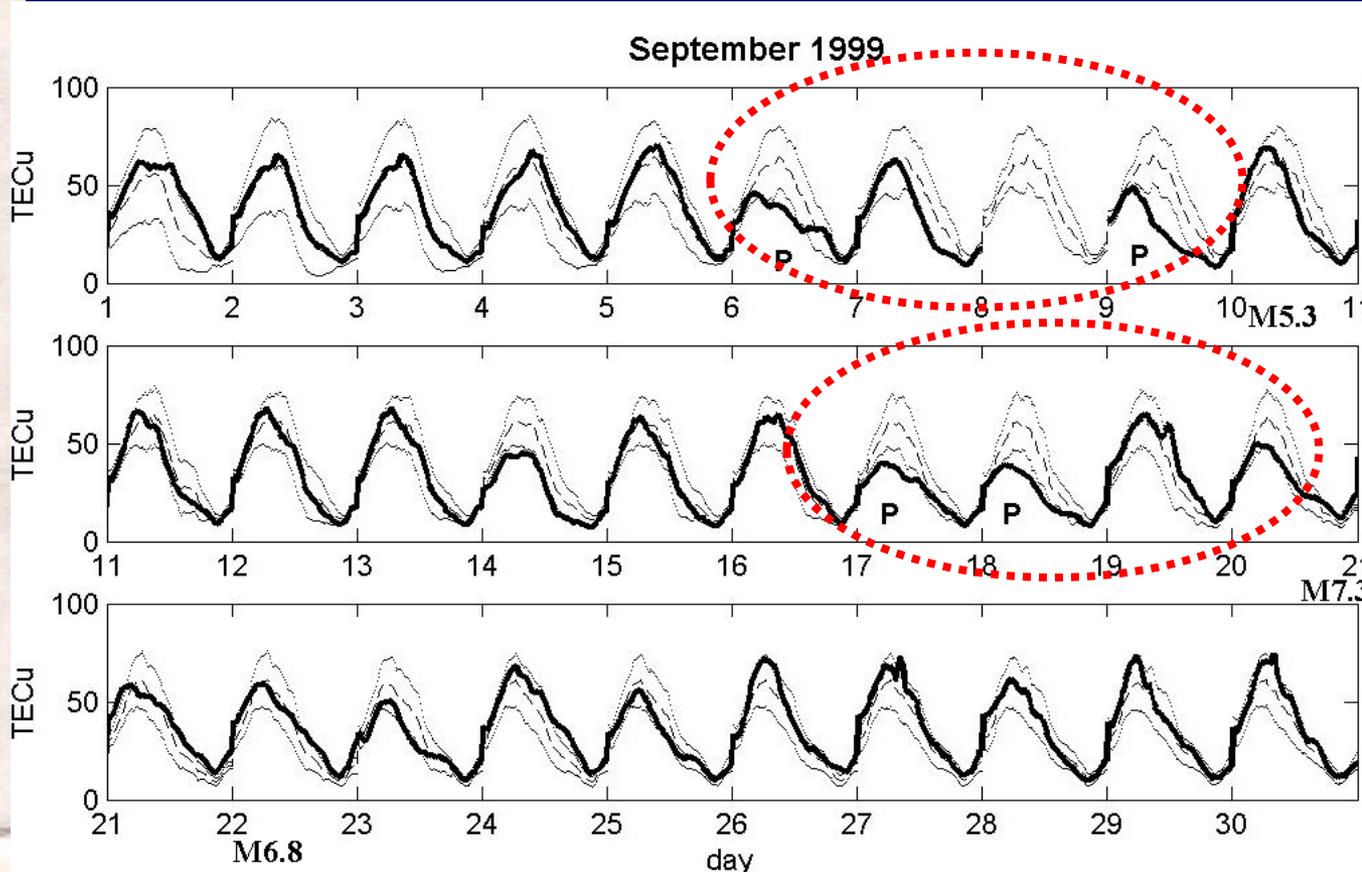
▲四川省上空的地球電離層平均密度512大地震前6到15天（參考日），明顯高於周圍地區；圖右側顏色尺度由下往上（由藍往紅），代表密度越來越高。



▲四川省上空的地球電離層平均密度在512大地震前1到5天（前兆日）突然下降一半。



▲比較四川省上空的地球電離層平均密度，在512大地震發生前6到15天（參考日），及震前1到5天的變化，可看出震央附近的電離層密度明顯驟降(藍色部份)，國家太空中心認為此現象對地震前兆研究有重要意義。
資料來源：國家太空中心



旱震理論：大地震前數年會有大旱災(?)



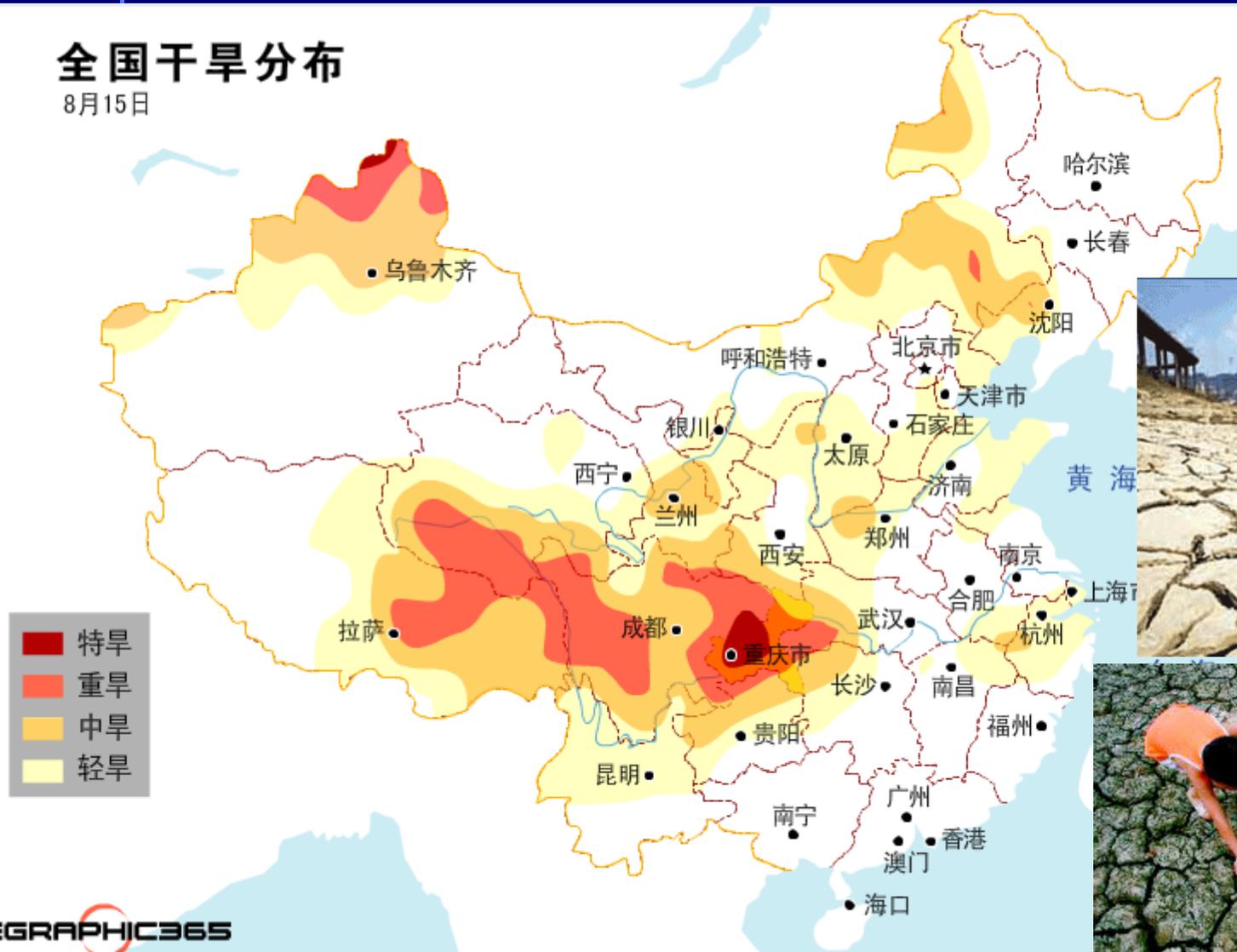
Q: 缺乏地熱觀測數據

四川盆地
夏天像火爐
四川人愛吃辣

2005-2007旱災
2006/8~9最嚴重
重慶市

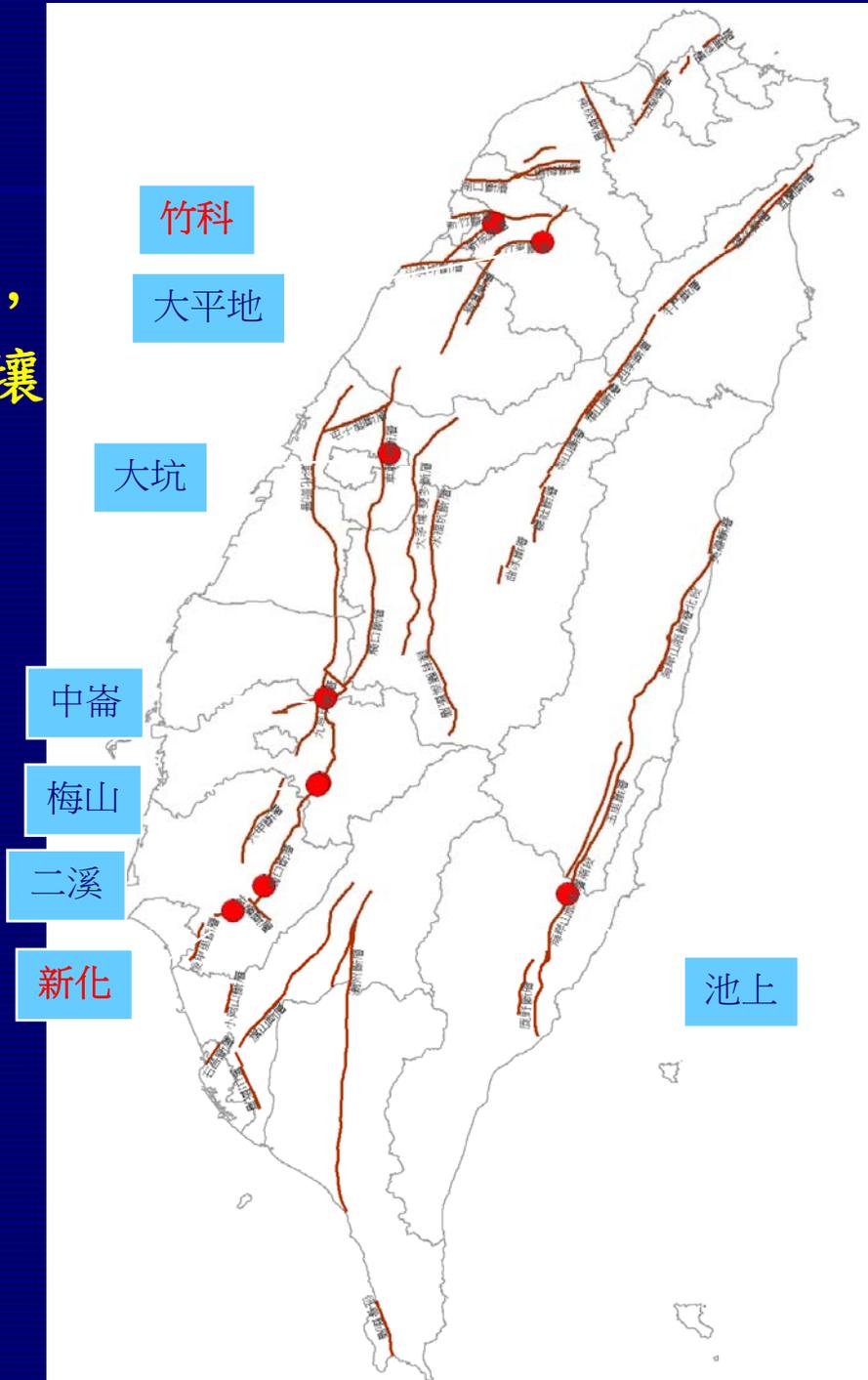
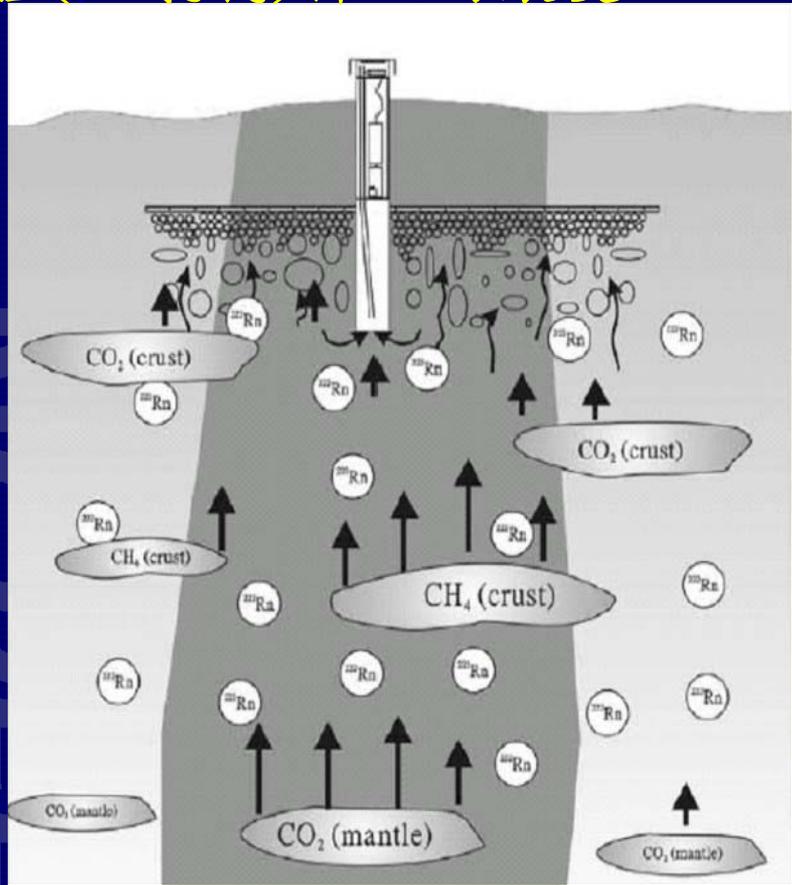
全国干旱分布

8月15日



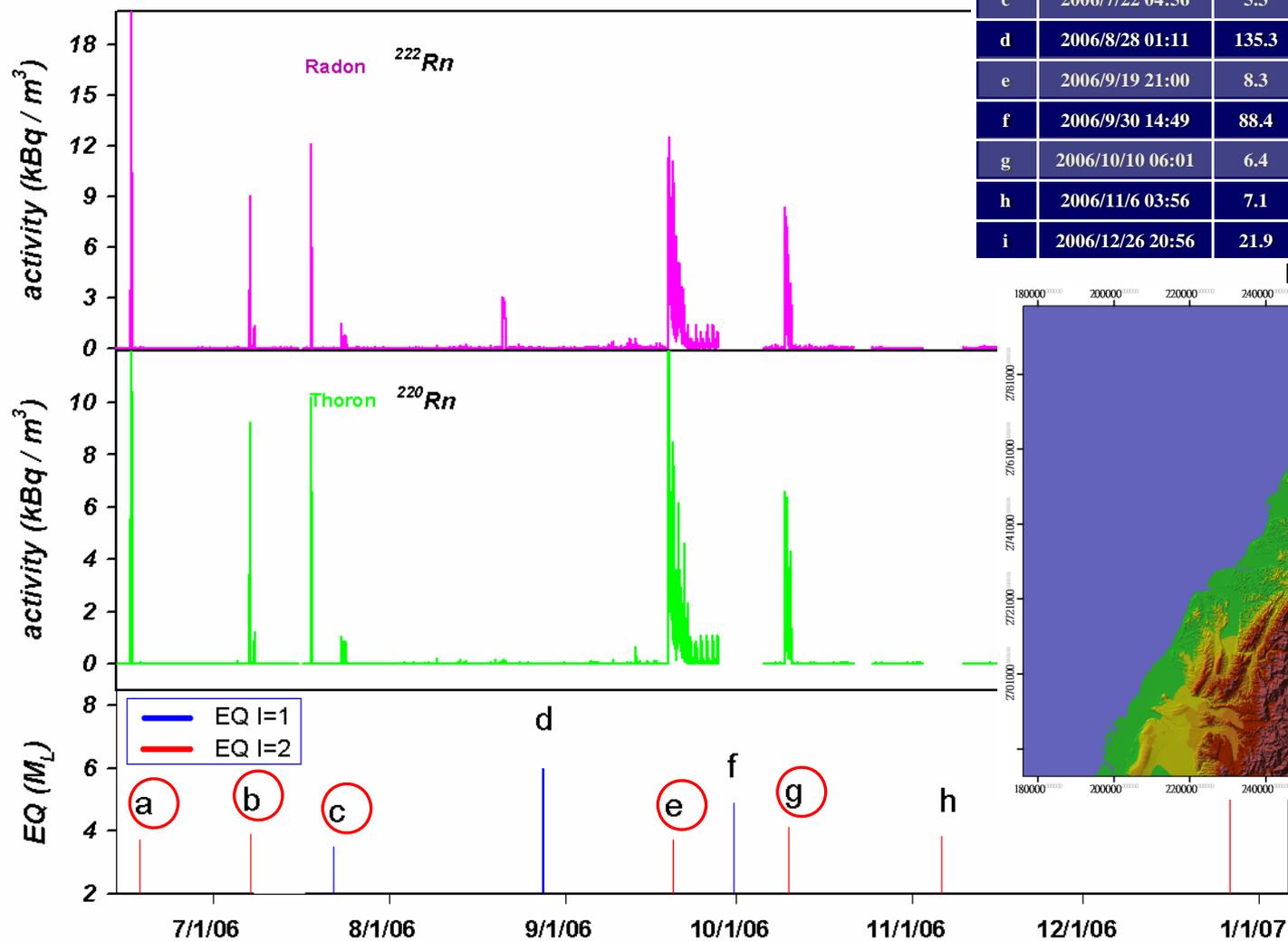
土壤氣體濃度觀測目標 觀測與地震前兆有關之土氣變化

地化觀測原理：受地震前應力擠壓，斷層帶縫隙大小會變，因而影響土壤氣體(如氬氣)釋放的濃度

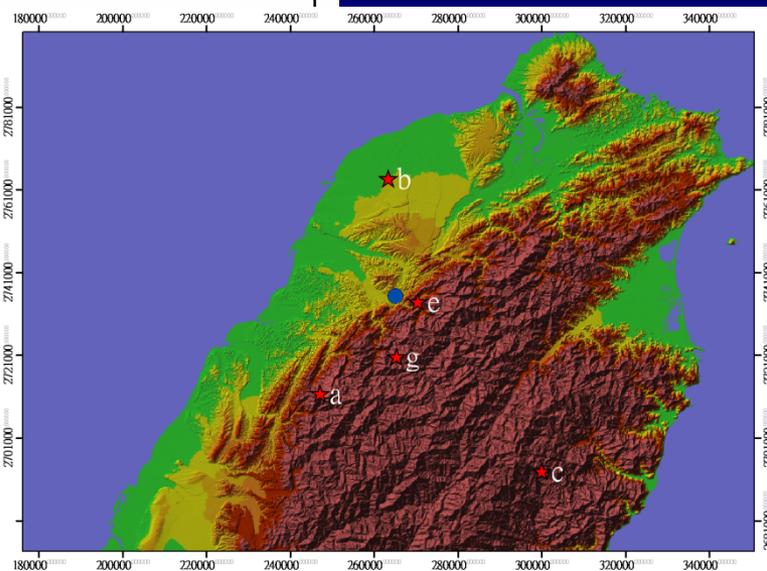


實例 (大平地測站)

a,b,c,e,g均在地震發生前，氣體有異常增高



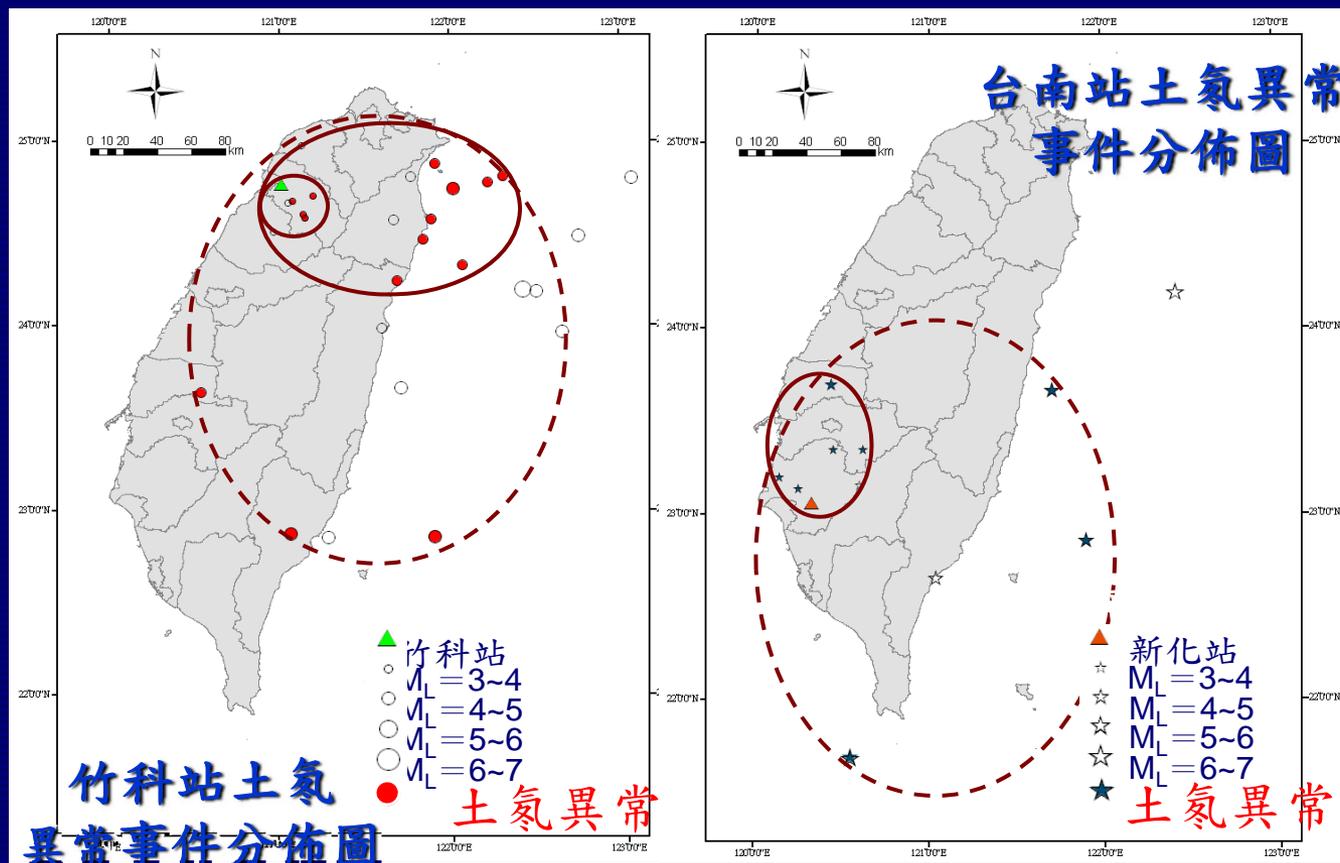
No.	Date	Depth (km)	Mag. (M _L)	Int. (M _I)	PGA (gal)	Distance (km)	Δt (day)
a	2006/6/18 02:21	5.6	3.2	2	-	29.8	1.5
b	2006/7/7 14:35	14.7	3.6	2	3.2	28.7	0.2
c	2006/7/22 04:56	5.3	3.5	1	-	54.9	3.5
d	2006/8/28 01:11	135.3	6.0	1	1.7	193.5	-
e	2006/9/19 21:00	8.3	3.7	2	2.6	5.5	0.7
f	2006/9/30 14:49	88.4	4.9	1	-	133.1	-
g	2006/10/10 06:01	6.4	4.0	2	-	14.8	0.6
h	2006/11/6 03:56	7.1	3.8	2	-	14.4	-
i	2006/12/26 20:56	21.9	7.0	2	3.6	343.1	-



	設站後所記錄到 之地震事件	土氣紀錄資料有 異常	土氣紀錄資料無 異常
竹科觀測站 (2005/10/15~2007/9/30)	28	15	13 註1
新化觀測站 (2006/11/01~2007/9/30)	11	8	3 註2

註1：其中有3次為深源地震，5次受降雨影響

註2：其中3次為受降雨影響





如何有效觀測地震前兆

- 同步進行多種物理量(地熱、地磁、地電)觀測
- 儀器設於地下**200**公尺觀測井內，以隔絕地表人為、太陽干擾
- 靠近斷層帶設置全台**30**座觀測井
- 土壤氣體濃度變化(地表斷層帶**30**站)
- 高密度地震觀測
- 其他(電離層、**GPS**)
- 長期觀測(數十年)



災害類別、照片

地震中直接致災因子：強地動及地震中的山崩

後續衍生的致災因子：地震後的山崩落石、土石流

建築物損毀，致使人員傷亡

公路、橋樑損毀，使得救災工作受阻

山崩、土石流、道路橋樑破壞

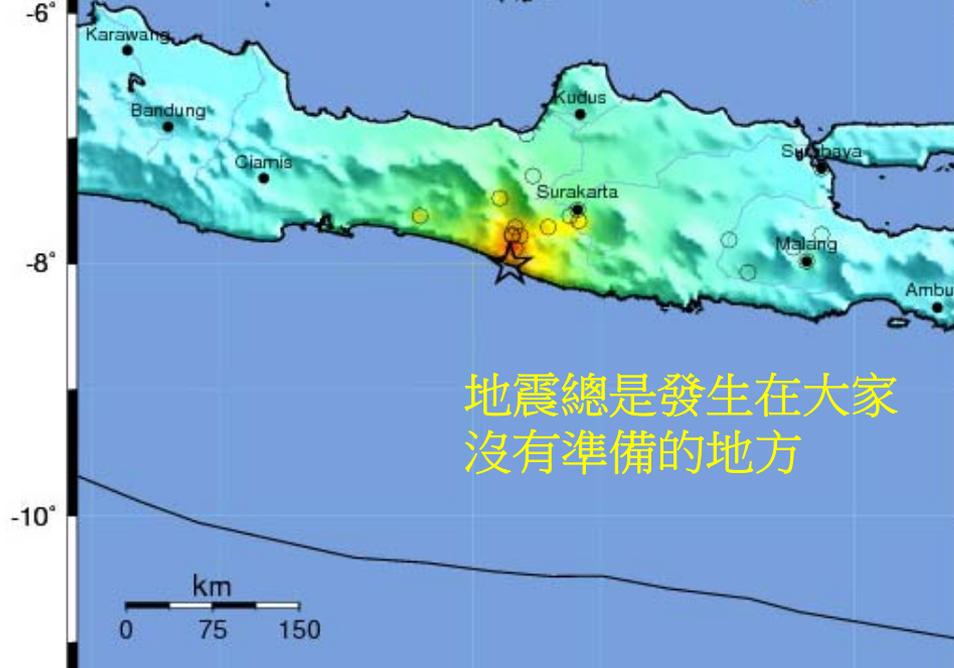
水壩及水電站損傷、輸配電線路及設備損傷、堰塞湖、民生用水中斷

因地震斷層壟起導致鐵公路運輸線中斷

因地震產生的土壤液化問題

因化學工廠損傷產生的毒物災害

因放射線物質(綿陽是中國核武發展重鎮)可能的外洩產生的影響



2006/05/26 22:54:02 Mw6.3
印尼日惹地震
死亡5782



震災損失 ~ 經濟實力

柱子尺寸：~15x15cm





1990/07/16 4:26pm Ms7.8 Luzon Earthquake

馬尼拉北方150km 125km地表破裂 死亡1600

菲律賓鄉村房屋以1~2層為主

目視其柱子尺寸~25x25cm

牆壁多為空心磚 (手指可捏碎)，

間隔1~1.5m會有鋼筋，注入水泥沙漿。

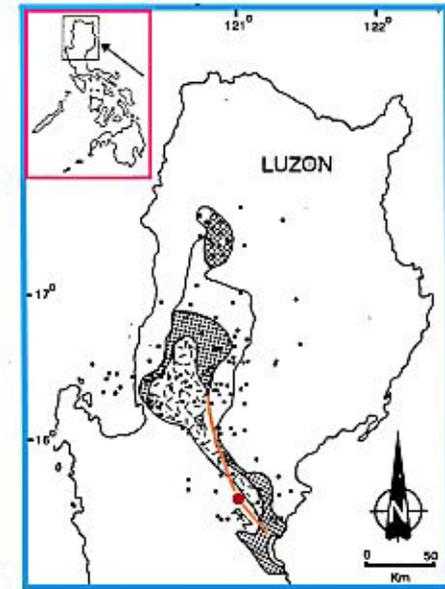
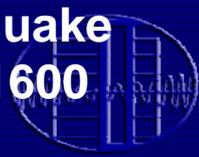


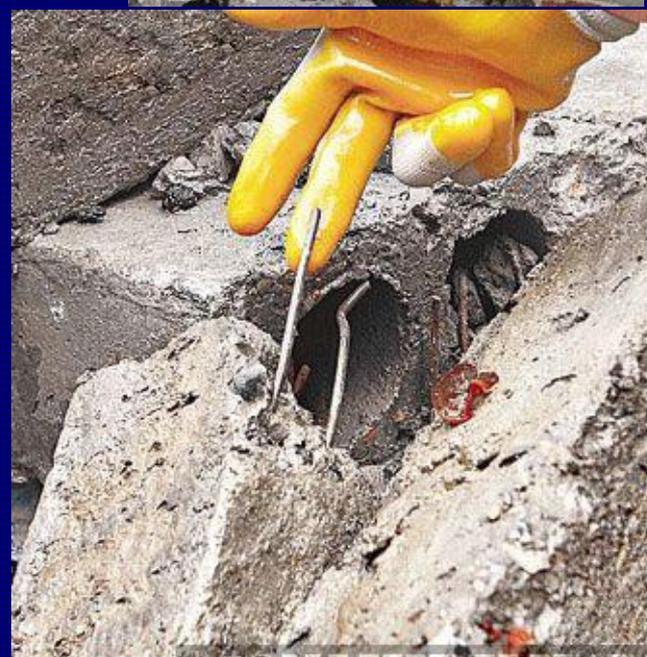
Fig.3. Map showing the percentage of the slope affected by landslides. This is based on SAR imageries taken on the area a few months after the 16 July 1990 Luzon earthquake.



Q: 公有/私有建築損毀比率?



北川縣，老縣城八成被毀
新縣城六成建築也倒塌





農村平房





綿竹年畫的故鄉：綿竹遵道鎮鵬花村





都江堰





北川





2008年5月14日后



山崩災害、土石流





- 1.地體構造與震源機制
- 2.地震有感範圍
- 3.地震前兆
- 4.災害照片

簡報完畢