

青藏北块 $M \geq 7$ 强震有序网络结构 与汶川 8 级大震预测回顾

门可佩

(南京信息工程大学数理学院, 南京 210044)

[摘要] 自 1700 年以来, 青藏北块地区 $M \geq 7$ 强震具有显著的有序性, 其主要有序值为 53 ~ 54 a, 26 ~ 27 a, 11 ~ 12 a 与 3 ~ 4 a 等。根据翁文波信息预测理论, 运用自组织网络技术构建本区 7 级强震信息有序网络结构, 努力探索具有中国特色自主创新的强震中长期预测方法。据此有序网络结构, 可对 2008 年汶川 8 级大震进行预测和分析。此外, 还讨论了汶川大震的成因, 同时对本区未来 7 级以上强震提出预测意见: 2012, 2016, 2027 年前后本区仍有可能发生 7 级左右强震。研究表明: 强震和强震链是可以预测的, 强震活动所呈现出的网络特性很可能是大地震形成的一种机制。笔者提出的有序网络方法, 对于强震的中长期跨越式(特别是长时间、长距离)预测具有独特的效果, 可为建立我国早期强震预警系统提供有效工具。

[关键词] 青藏北块; 信息有序网络结构; 汶川大震; 强震预测

[中图分类号] P315 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2009)06-0082-07

1 前言

据中国地震台网测定, 2008 年 5 月 12 日 14 时 28 分在四川省汶川县境内(31.0°N, 103.4°E)发生了举世震惊的 M8.0 大地震, 重灾面积达 $10 \times 10^4 \text{ km}^2$, 死亡 69 000 多人, 失踪 18 000 多人, 造成直接经济损失 8 451 亿元。这是自 2001 年 11 月 14 日青海昆仑山 8.1 级巨震后近 8 年来, 中国大陆内所发生的第一个 7 级以上大地震, 也是自 1976 年 8 月松潘两次 7.2 级强震后 32 年以来四川地区首次发生 7 级以上大震。汶川大震的发生不仅对我国西部和整个中国大陆, 乃至东南亚地区地震趋势都有十分重大的意义。

郭增建等指出: 地球物理灾害链是一门新的交叉创新学科, 它是研究广义地球物理领域内不同灾害相互关系, 并由这一灾害预测另一灾害的学科^[1]。而所谓强震链则是一定时期内强震灾害在同一地区或遥联地区相继有序发生的现象。

1994 年以来, 笔者即致力于青藏北块 $M \geq 7$ 强震与强震链的有序性及其网络结构研究^[2-5]。2002 年 4 月笔者根据本区强震有序网络结构图就发现了此次地震的信息, 并指出 2006—2007 年前后青藏北块东部的库玛断裂带东段与南北地震带交汇处附近, 即北纬 35 度、东经 101 度一带有可能发生 7 级以上强震^[4,6]。此后一直在跟踪此次地震^[7], 并于 2006 年 11 月在天灾预测总结学术会议上提出青藏高原北部地区 2007—2008 年可能发生 7 级强震^[8], 同时分别于 2007 年 2 月和 2008 年 1 月正式向天灾预测专业委员会提交中长期预测意见(参见 2007 和 2008 年度天灾预测意见汇编)^[6,7]。笔者在以往对本区 7 级有序网络结构研究的基础上, 补充汶川大震信息并进行总结。此次汶川大震的发生, 再次表明翁文波信息预测理论是强震和强震链中长期跨越式预测的有效方法。

[收稿日期] 2009-03-19

[作者简介] 门可佩(1949-), 男, 江苏南京市人, 中国地球物理学会天灾预测专业委员会委员, 南京信息工程大学教授, 硕士研究生导师, 研究方向为应用统计分析、信息预测理论和天灾预测研究; E-mail: menkp@yahoo.com.cn

2 青藏北块 $M \geq 7$ 级强震有序网络构建

青藏北块地处青藏断块区东北部,是中国西部主要地震区。文章研究范围大致为 $30^\circ \sim 40^\circ \text{N}$, $85^\circ \sim 105^\circ \text{E}$,即所谓第二与第三弧形地震带,其北部边界为阿尔金—祁连山—海原断裂带,东界为著名的南北地震带,即从海原—武都跨秦岭,沿岷江断裂和龙门山推覆构造带一线入川滇,其南部是东昆仑纬向构造带^[9]。该区以青海省为主体,包括甘肃、宁夏、四川以及西藏部分地区,地域广阔,地质构造复杂,断裂褶皱极其发育,地震活动十分频繁。自1709年以来,本区共发生7级以上地震32次,其中8级巨震5次(见表1)。中国大陆自1988年以来第V活跃期内最大的3次地震,其中的1997年玛尼7.9级和2001年昆仑山8.1级大震均发生在本区的东昆仑断裂带上,而这次汶川8级大震发生在青藏北块东南端与南北地震带交汇部的龙门山断裂带上,地震断层长度超过300 km,地震破裂持续时间长达90 s,最大滑动量位于汶川和北川^[10]。这使得本区成为我国第V地震活跃期的主体活动区。

表1 青藏北块 $M \geq 7$ 强震目录(1700—2008)

Table 1 Catalogue of $M \geq 7$ strong earthquakes in the north block of Tibet plateau (1700—2008)

发震时间	震中位置			震级(M)
	东经/(°)	东经/(°)	地点	
1709-10-14	37.4	105.3	宁夏中卫	7.5
1713-09-04	32.0	103.7	四川迭溪	7.0
718-06-19	35.0	105.2	甘肃通渭	7.5
1725-08-01	30.0	101.9	四川康定	7.0
1786-06-01	29.9	102.0	四川康定	7.7
1816-12-08	31.4	100.7	四川炉霍	7.5
1870-04-11	30.0	99.1	四川巴塘	7.2
1879-07-01	33.2	104.7	甘肃武都南	8.0
1883-10	30.2	81.2	西藏普兰	7.0
1893-08-29	30.6	101.5	四川道孚乾宁	7.0
1896-03	32.5	98.0	四川石渠	7.0
1902-11-04	36.0	96.0	青海都兰西	7.0
1904-08-30	31.0	101.1	四川道孚	7.0
1908-08-20	32.0	89.0	西藏奇林湖	7.0
1920-12-16	36.7	104.9	宁夏海原	8.5
1923-03-24	31.5	101.0	四川炉霍、道孚间	7.3
1927-05-23	37.7	102.2	甘肃古浪	8.0
1932-12-25	39.7	96.7	甘肃昌马	7.6
1933-08-25	31.9	103.4	四川迭溪	7.5
1937-01-07	35.5	97.6	青海阿兰湖东	7.5
1947-03-17	33.3	99.5	青海达日南	7.7
1954-02-11	39.0	101.3	甘肃山丹东北	7.2
1963-04-19	35.7	97.0	青海阿兰湖附近	7.0
1973-02-06	31.3	100.7	四川炉霍	7.6

发震时间	震中位置			震级(M)
	东经/(°)	东经/(°)	地点	
1709-10-14	37.4	105.3	宁夏中卫	7.5
1973-07-14	35.1	86.5	西藏亦基台错	7.3
1976-08-16	32.6	104.1	四川松潘	7.2
1976-08-23	32.5	104.3	四川松潘	7.2
1981-01-24	31.01	101.11	四川道孚	6.9
1990-04-26	36.06	100.33	青海共和西南	7.0
1997-11-08	35.2	87.3	西藏玛尼	7.9
2001-11-14	36.2	90.9	青海昆仑山口西	8.1
2008-05-12	31.0	103.4	四川汶川	8.0

信息预测理论是翁文波院士在20世纪80年代所创立的,其融合了中西文化的优势,是当代天灾预测的重大理论创新。翁文波将预测方法分为统计预测和信息预测两大类,以体系中各元素的共性为依据的是统计预测,以体系中各元素的特性为依据的是信息预测。信息预测方法基于尽可能少的理论假设,从实际出发去发现问题和解决问题,其重点放在从无序现象中寻找信息有序性。严重天灾属于异态事件,它的时空分布规律与常态事件有很大区别。因此,通常处理元素共性的统计预测方法以及基于连续函数的拟合模型往往难以奏效。翁文波应用信息预测理论对国内外数十次地震作出成功的预测,为天灾预测开辟了一条崭新的道路^[11-13]。1997年徐道一提出信息有序系列概念,2001年和2007年他又分别提出大地震的网络假说和自组织网络新观念,进一步丰富和发展了信息预测理论^[14-17]。网络假说把大震视为多层次、多因素、多维的网络节点,从整体和动态的角度出发,有利于研究大地震的复杂性和信息有序性。自组织理论研究的是耗散结构的动态有序,追寻的是大自然演化统一的基本规律。徐道一认为,网络是系统概念的进一步延伸和扩充。网络是开放的,它更适于描述客观存在的一些复杂事物。在天地生人综合研究中,对多种复杂事物之间联系很难划定一个相对固定的系统,即系统的边界和有关优势因素常常可能因时、因地和条件的改变而变化,从而应把它视为“网络”,而不是“系统”。网络是无边界的,或者边界十分模糊,其结构和功能经常在变化。所谓自组织性是大自然本身的自组织,而不是人们以某种固有认识强加于它的规律性。自组织网络的基本特性在于它的结构变异度大,开放度也大。也就是说,自组织网络基本上没有固定的边界、结构和初始条件。地球科学的许多研究可应用自组织网络思路而提高一步^[17]。根据翁文波

信息预测理论,笔者曾在文献[2~8]中深入研究了本区7级及以上强震时间序列所蕴含的信息有序性,详细讨论了强震链各有序值之间关系,同时构建了本区 $M \geq 7$ 强震有序网络结构。文章在上述研究成果的基础上,重新调整并细化完善了网络结构,据此对本区未来强震进行预测探索,此外还对汶川地震的成因进行了初步讨论。

表1中32个强震样本用其年号表示,同一年中数个强震样本仅记为一个年号,这样即有30个年号,将其两两相减可得 $C_{30}^2 = 435$ 个时间间隔 τ 值。统计分析表明,青藏北块 $M \geq 7$ 强震具有显著的有序性,其强震时间间隔 τ 值主要聚集在:53~54 a, 26~27 a, 10~11 a, 3~4 a 附近,此外尚有 34 a, 43 a, 67 a, 77 a, 80 a, 107 a 等聚点。其中 27 a 的频次最高,特别引人注目,由其派生的有序值可形成长的一条链:27 a—53 a—80 a—107 a—214 a。现举例如下:

1)关于1973年炉霍7.6级地震和1976年松潘7.2级双震有以下预测:

$$1866(\text{甘孜 } 7.0) \xrightarrow{+54 \text{ a}} 1920(\text{海原 } 8.5) \xrightarrow{+53 \text{ a}} 1973(\text{炉霍 } 7.6)$$

$$1870(\text{巴塘 } 7.25) \xrightarrow{+53 \text{ a}} 1923(\text{炉霍 } 7.3) \xrightarrow{+54 \text{ a}} 1976(\text{松潘 } 7.2, 7.2)$$

2)关于1990年共和7.0级地震和1997年玛尼7.9级大震,有以下预测式:

- a. 1923(炉霍 7.3) + 67 a \longrightarrow 1990
- 1937(阿兰湖 7.5) + 53 a \longrightarrow 1990
- 1947(达日 7.7) + 43 a \longrightarrow 1990
- 1963(阿兰湖 7.0) + 27 a \longrightarrow 1990
- b. 1920(海原 8.5) + 77 a \longrightarrow 1997
- 1954(山丹 7.2) + 43 a \longrightarrow 1997
- 1963(阿兰湖 7.0) + 34 a \longrightarrow 1997

3)关于2001年昆仑山8.1级大震有以下预测示意图(见图1和图2)。

图3选取本区部分7级强震样本,采用双时序轴的方式构建1811—2008年本区7级强震链有序网络结构,这是根据笔者2003年所作原图修订而成。图3分为(a)(b)两部分,其中图(b)为图(a)的细化结构。图3中以年号表示强震样本,按时序自左向右同时从上向下递次延伸。为保证样本上下左右之间的时序联系关系,少数样本重复出现。该网络中个别节点可能没有7级强震出现,有些是震

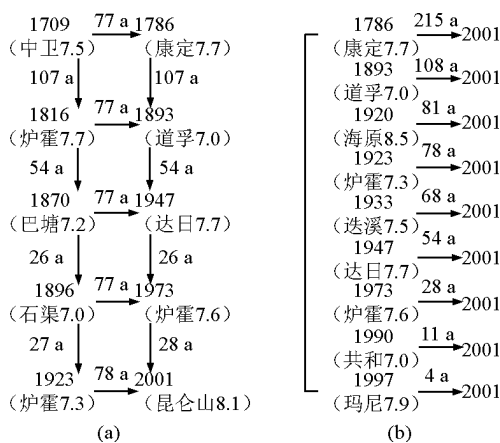
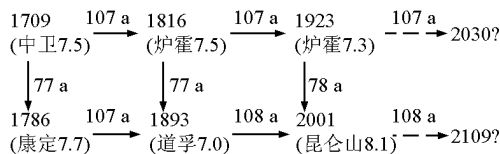


图1 青藏北块 $M \geq 7$ 强震有序网络结构以及昆仑山8.1级大震预测示意图

Fig. 1 Ordered network structure of $M \geq 7$ strong earthquakes in the north of Tibet plateau and sketch of prediction for Kunlunshan large earthquake with $M 8.1$ in 2001



注:虚线表示预测

图2 有序值107 a, 77 a 结构图

Fig. 2 Structure of ordered values of 107 a, 77 a

级稍低于7级的地震样本,用圆括号加以表示,例如1811(炉霍6.7),1881(武都6.5),1915(曲麻莱6.5),1971(杂多6.5),1981(道孚6.9),1986(门源6.5)。在图3(b)中,1950年西藏察隅8.6级大震,本属青藏块体南部,考虑到8级大震有可能受到地球深部大范围动力因素的控制,其可公度性有序关联有可能超出研究区域所设定的范围,故而也列于其中,用方括号表示以供参考。出于类似考虑的还有图3(a)中1883年普兰7.0级地震,也用方括号加以表示。在图3(a)中,其横线以54 a(或53 a)为主链,图3(b)中的横线以27 a(或26 a)为主链,它们分别构成本区强震活动的主体框架,从左向右传递。竖线虽不像横线那样极富规律性,但是它在所形成的各个“矩形”的短边中,基本是对应相等的。总之,尽管有不完美之处,图3依然呈现出较为典型而稳定的有序网络结构特征,反映出有序值53~54 a, 26~27 a, 10~11 a和3~4 a在本区强震中具有独特的预测功能。图3的网络结构已充分显示出汶川大震的信息。

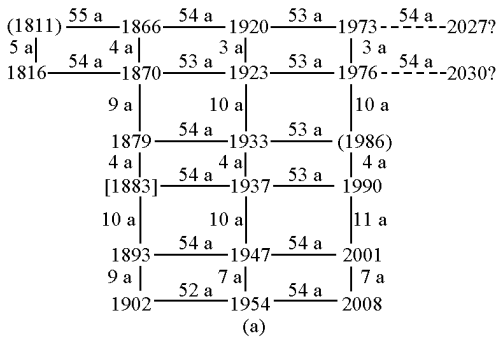


图3 青藏北块 M ≥ 7 强震信息有序网络结构图

Fig. 3 Ordered network structure of M ≥ 7 strong earthquakes in the north of Tibet plateau

如果当时能够获得科研经费的支持把研究工作继续深入下去,通过多学科、多途径,齐心协力联合攻关,切实缩小预测时空范围,应该有可能捕获此次大震,从而减少地震损失。汶川大震的发生,为图3的网络结构补充并增强了新信息,因而更有理由据此进行预测:未来本区7级以上强震可能发生在2012,2016和2027年前后(因采用发震年号进行预测,故而误差取 ± 1 a)。

图4和图5反映了有序值53~54 a,26~27 a对于此次汶川大震的特殊预测功能。图4和图5均为图3的局部结构细化图。图4中三条横线之间的地震样本相隔约为9~10 a,第一行与第二行之间相隔10~11 a,第二行与第三行之间相隔7~9 a,其规律十分清晰。由1947—1954—2001—2008 4点组成的“矩形结构”,明显地传递出汶川地震的时间信

息。图5则是图4的细化结构,其有序规律也十分显著,从而表明26~27 a为青藏高原地区 M ≥ 7 强震活动的主体韵律特征。

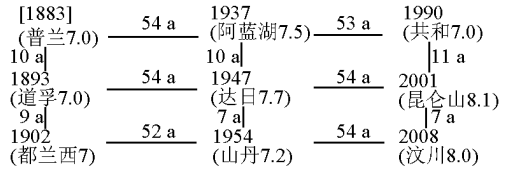


图4 应用有序网络结构预测2008年汶川8.0级大强震示意图

Fig. 4 Orderly network structure of Wenchuan M 8.0 earthquake's prediction

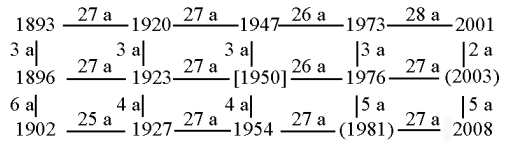


图5 图4的细化结构

Fig. 5 Orderly network detail structure of Fig. 4

特别需要指出的是,不仅青藏高原地区7级以上强震具有间隔53~54 a传递发生有序规律性,同样在更大空间范围的东南亚地域上也发生过这样的震例:1897年6月12日印度东北角阿萨姆8.6级大地震之后,间隔53年发生了1950年8月15日中国西藏察隅8.6级大地震,再过54年又发生了2004年12月26日印尼8.9级大震。如此明显的等时间间隔结构,只有比较均匀介质才能具有类似性质,这就意味着地球深部可能存在一种较大范围动力过程的控制作用,一个合理的解释就是青藏滇缅印尼巨型歹字型构造的有序活动性^[18,19]。其时间间隔53 a或54 a是27的倍数,也是9的倍数。这些有序值所传递的信息决不是偶然的。

3 汶川大震的成因探讨

1)当前,一些地震专家认为汶川8级大震的发生是由于印度板块向欧亚板块加速俯冲挤压碰撞所造成,这难以解释汶川地震的发生。通常,板块俯冲的时间尺度长达几十万年,而汶川地震是典型的板内地震^[20],它并不处于板块边缘。从本区强震史料实况来看,印度板块向北加速推移碰撞,1~3年前一般要在喜马拉雅山弧形构造带东端触角的缅甸、云南一带发生7级或7级以上强震,然后向北逐步传递发生。但是汶川大震之前,东触角的滇缅地区却未见有这类信号震发生。

2)徐道一认为,根据李四光所提出的当今世界两大巨型歹字型构造体系^[21],其一在亚洲,其二在北美西岸。前者从青藏高原—滇缅地区一直延绵展布至印尼岛弧。这条歹字型构造带上所发生的巨震,首尾呼应,汶川地震的发生与此歹字型构造体系活动有密切关联。自2004年12月26日与2005年3月29日印尼苏门答腊发生8.9级和8.6级巨震以来,引起整个歹字型构造体系处于活动状态,接着于2005年10月8日在巴基斯坦发生7.8级大震;2007年9月12日与13日印尼苏门答腊再次发生8.6级、8.2级巨震,接着于2008年5月12日在中国四川省发生汶川8.0级大震。这表明,一个巨震的发生不是孤立的、随机的,不仅与当地活动断层或断裂体系有关,而且与大范围地球深部动力条件变化过程密切相关^[18]。

3)汶川地震的发生,使我们再次认识到近几年在亚洲发生的两大巨型灾害链的有序结构这一事实。a. 2004年12月26日印尼苏门答腊8.9级巨震—2005年3月15日印尼苏门答腊8.6级巨震—2005年6月中国南方西江大洪水—2005年10月8日南亚巴基斯坦7.8级大震;b. 2007年9月12日印尼苏门答腊8.6级巨震—2007年09月13日印尼苏门答腊8.2级巨震—2008年1至2月中国南方冰雪灾害—2008年5月12日四川汶川8.0级大震。

4 结语

1)青藏北块7级强震在时间上具有显著的有序性,由其所形成的规范的网络结构为网络假说又提供了一个新的实例。网络结构分析是强震中长期预测的一种直观形象、简明易行的好方法,它避免了传统数理模型分析的繁琐和不可识别性。笔者多年前对新疆地区7级强震和南黄海地区6级强震的网络特性已作过较为详细的研究。徐道一与Ouchi T.深入研究过日本和亚洲地区7级与8级大震的空间有序性及其几何分布特征^[22,23]。上述研究表明,强震活动不仅在时间分布上具有网络特征,在空间分布上也具有网络特征^[24,25]。2001年昆仑山8.1级大震就填补在青海西部菱形网格点上(见文献[24]与文献[25])。据此,作者曾在文献[4]中提出,未来该区强震可能发生在青藏北块东部的库玛断裂带与南北地震带交汇处附近。因此,强震活动所呈现出的网络特性很可能是大地震形成的一种机制。

2)近20年来,国外从“非线性科学”逐步走向“复杂性科学”。英国科学家约翰·霍兰是当今最具有创新意识的思想家之一。他指出:一粒微小的种子蕴含着规范,能够生长成像巨大的红杉树和普通的雏菊那样复杂而独特的结构,这正是涌现现象,其本质就是由小生大,由简入繁。“涌现首先是一种具有耦合性的前后关联的相互作用。在技术上,这些相互作用以及该作用所产生的系统都是非线性的”。涌现的概念,即整体大于其各部分之和,简单得令人惊讶,然而它在自然科学、社会科学等诸多领域都具有极深的寓意。具有普适性的涌现理论能够预言许多复杂行为,给予我们关于生命、智慧和组织的很多启示^[26,27]。

21世纪是网络时代,网络思想和理论已经渗透到自然科学和社会科学的方方面面。技术、生物、社会、经济等领域的很多复杂系统都可用网络进行直观刻画,比如交通网、电力网、因特网、动物体内的神经网络、蛋白质网络,乃至社会人际关系网络等。近年来世界上关于复杂网络的研究正方兴未艾。因此,复杂网络研究的新进展更值得注意。强震和强震链也应该是这样。单个强震好比单个蚂蚁或神经元,通过前后左右的耦合关联组成强震链网络,如同蚁群或神经网络,作为一个群体所显示出的适应性却大大超过了它的个体成员。因此,强震与强震链网络作为一个整体所蕴含与显示的信息量必然大大超过单个强震样本的信息。

徐道一在地学界首次提出大地震的网络特性,笔者初步给出青藏高原北部7级强震链网络形象,但仍需完善其预测功能的设计,中国大陆其他地区7级强震链网络结构仍需加以研究。此外,目前国内外尚无人将自组织网络技术应用于地震预测研究。国际上流行的神经网络就是模拟生物神经网络的结构特征和功能特征,其优点是具有并行处理能力、高度容错能力和自适应能力。因此,网络技术这一方法也应适用于强震预测研究。

3)地震预测是世界上公认的难题,上述实例表明,强震和强震链是可以预测的,关键在于落实科学发展观,勇于发扬创新精神,实行多学科、多部门、多途径、多手段联合协同攻关。应用翁文波信息预测理论能够有效地分析和解决强震灾害跨越式(特别是长时间、长距离)的预测问题,为强震预测提供了较为清晰可靠的信息。在中长期预测的基础上通过降低目标震级阈值、缩小研究区的时空范围进行分

区排查搜索,追踪强震信息,并综合前兆等短临预测方法,核准虚实信息,从而实现强震预测,为防灾减灾做出贡献。许多专家指出,在中国这样一个频繁遭受强烈地震袭击的国家,建立早期预警系统是非常必要的。笔者提出的有序网络方法为建立早期预警系统提供了一项有效工具。

参考文献

- [1] 郭增建,郭安宁,周可兴. 地球物理灾害链[M]. 西安:西安地图出版社,2007
- [2] 门可佩,夏建平,赵兵. 对青藏高原北块7级强震时间分布的有序性进行预测探索[J]. 内陆地震,1994,8(1):63-66
- [3] 门可佩. 2000年青海玛多6.6级强震中长期预测回顾[J]. 国际地震动态,2001,(9):5-10
- [4] 门可佩. 2001年昆仑山8.1级大震及其趋势研究[J]. 地震,2002,22(3):39-44
- [5] 门可佩. 青藏高原北部地区7级强震的有序网络特征及其预测研究[J]. 地球物理学进展,2003,18(4):765-771
- [6] 门可佩. 2001年昆仑山8.1级大震及其趋势研究[A]. 2002年天灾预测研讨会暨天灾预测专业委员会成立十周年纪念会文集[C]. 2002.109-110
- [7] 门可佩. 青藏高原北部地区7级强震的可公度性及其预测研究[A]. 2003天灾预测研讨会论文集[C]. 2003.94-99
- [8] 门可佩. 重大地震灾害链的时空有序性及其预测[A]. 2006天灾预测总结学术会议文集[C]. 2006.222-223
- [9] 邓起东,张培震,冉勇康,等. 中国活动构造基本特征[J]. 中国科学(D辑):地球科学,2002,32(12):1020-1031
- [10] 张勇,冯万鹏,许力生,等. 2008年汶川大地震的时空破裂过程[J]. 中国科学(D辑):地球科学,2008,38(10):1186-1194
- [11] 翁文波. 预测论基础[M]. 北京:石油工业出版社,1984
- [12] 翁文波,吕牛顿,张清. 预测学[M]. 北京:石油工业出版社,1996
- [13] 翁文波. 初级数据分布[M]. 北京:石油工业出版社,2004
- [14] 徐道一. 大地震发生的网络性质——兼论有关地震预测的争论[J]. 地学前缘,2001,8(2):211-216
- [15] Xu Daoyi, Ouchi T. On the network feature of large earthquake occurrence that appear in the spatio-temporal distribution [A]. The Seismological Society of Japan Programme and Abstracts [C]. 1997, (2):54
- [16] 徐道一. 天地生人网络研究的新方法:实例和认识[J]. 矿物岩石地球化学通报,2005,24(2):178-180
- [17] 徐道一. 自组织网络与灾害链研究[A]. 苏门答腊地震海啸影响中国华南天气的初步研究——中国首届灾害链学术研讨会论文集[C]. 北京:气象出版社,2007.175-179
- [18] 徐道一. 对我国大陆8级巨震的新认识[J]. 国际地震动态,2008,(11):25
- [19] 徐道一. 中国汶川巨震、印尼巨震及其与歹字型构造体系的关系[J]. 国际地震动态,2008,(11):44
- [20] 胡小刚,郝晓光. 汶川大地震宽带地震仪短临异常及成因初探[J]. 地球物理学报,2008,51(6):1726-1734
- [21] 李四光. 地质力学概论[M]. 北京:科学出版社,1973
- [22] Xu Daoyi, Ouchi T. Equidistant ordering of shallow earthquakes ($M \geq 7.5$) in and around Japan since 1890 [A]. 神户大学都市安全研究センター[C]. 1998.141-158
- [23] Xu Daoyi, Ouchi T. Spatiotemporal ordering of great earthquakes ($M \geq 8.0$) in Asia during 1934-1979 years [A]. 神户大学都市安全研究センター[C]. 1998.159-170
- [24] 许绍燮. 探索地震预报[J]. 国际地震动态,2003,(2):1-6
- [25] 张晓东,张雅玲,马文静. 青海强震等间距特征及未来强震趋势预测[J]. 中国地震,1998,14(1):59-67
- [26] 约翰·霍兰. 涌现:从混沌到有序[M]. 上海:上海科学技术出版社,2006
- [27] 约翰·霍兰. 隐时序:适应性造就复杂性[M]. 上海:上海科技教育出版社,2000

Orderly network structure of $M \geq 7$ strong earthquakes in the north block of Tibet-Plateau and retrospect of prediction for Wenchuan M8.0 Earthquake

Men Kepei

(Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China)

[Abstract] Since 1700, $M \geq 7$ strong earthquakes have had an obvious commensurability and orderliness in the north block of Tibet Plateau. The main orderly values are 53 ~ 54 a, 26 ~ 27 a, 11 ~ 12 a and 3 ~ 4 a. According to the information prediction theory of Weng Wenbo and self-organization network technology, we try to explore

the practical method for strong earthquake prediction with Chinese characteristics, and conceive strong earthquake with magnitude 7 informational network structure. Based on this, the 2008 Wenchuan M 8.0 great earthquake was predicted and $M \geq 7$ strong earthquakes will happen around 2012, 2016 and 2027 in this area. Meanwhile, the cause of formation about Wenchuan Earthquake has been discussed primarily. The results show that strong earthquake and strong earthquake chain can be predicted. This method has a unique effect on mid-and-long term prediction for strong earthquake.

[**Key words**] the north block of Tibet Plateau; informational orderly network structure; the great Wenchuan Earthquake; strong earthquake prediction

(上接 35 页)

Lessons learnt from the great Sichuan Wenchuan Earthquake

Xie Lili^{1,2}

(1. Institute of Engineering Mechanics, China Earthquake Administration, Harbin 150080, China; 2. Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China)

[**Abstract**] This paper presents the major lessons learnt from the recently occurred devastating earthquake of May 12, 2008 in the Wenchuan County, Sichuan Province. It discussed some bottle – neck questions existing in the current earthquake disaster prevention work of the China, such as low quality construction in both rural and town area, seismic hazard assessment and seismic zoning, earthquake induced geological hazard, and earthquake prediction etc. , and pointed out that the civil engineering prevention method is the best choice for the solution of reducing earthquake losses and mitigating earthquake disasters.

[**Key words**] Wenchuan Earthquake; earthquake prevention and mitigation; prevention first; civil engineering