

基于可公度方法的川滇地区地震趋势研究*

龙小霞，延军平，孙虎，王祖正

(陕西师范大学 旅游与环境学院，陕西 西安 710062)

摘要：川滇地区为我国大陆最显著的强震活动区域，地震活动频繁。在对川滇地区强震灾害数据分析的基础上，应用三元、四元、五元可公度法分别预测了该地区下（几）次可能发生强震的趋势，以便能更好地配合防震减灾工作。

关键词：川滇地区；地震；可公度；趋势预测

中图分类号：P315.75 文献标识码：A 文章编号：1000-811X(2006)03-0081-04

川滇地区位于青藏高原东南缘，区内主要发育有北西向的鲜水河－安宁河－小江断裂、金沙江－红河断裂、怒江－澜沧江断裂和北东向的龙门山－锦屏山－玉龙雪山断裂等大型断裂带^[1]。该区新构造活动剧烈，地震活动与活动断裂密切相关，绝大多数属构造地震，地震活动频度高、强度大，是中国大陆最显著的强震活动区域。川滇地区地震活动地域广、烈度高、破坏性大，地震灾害的频频发生严重威胁了该地区人民的财产和人身安全，也给该地区带来严重的生态、经济损失。本文采用“可公度法”对川滇地区的强烈地震的发生趋势进行推算与预测^[2]，以期该地区今后在防御重大地震灾害时，处于积极主动的状态，尽可能的减少生态、经济等诸方面的损失。

1 已有地震的统计分析

川滇地区块体构造是联系在一起的，由于欧亚板块和印度板块的碰撞，川滇块体向东南运动，滇缅断块向东北运动，形成边界断裂走滑位错和块体内部断层错动。边界断裂成为强烈地震孕育发生的构造带，而 6.7 级以上地震大多发生在边界断裂带附近^[3]，反映出强烈地震与构造活动的密切关系。川滇地区地震活动频繁，有悠久的历史记载。特别是 20 世纪以来，中强地震及强烈地震记录较全，成为统计研究的基础。据中国地震局整编的《中国历史强震目录》、《中国近代强震目录》以及

1991 年至 2005 年《中国地震年鉴》，20 世纪以来川滇地区 6.7 级以上地震发生的次数共 37 次，其中 7.0 级以上地震发生了 21 次，占总数的 57%，6.7～7.0 级地震有 16 次，占总数的 43%（表 1）^[4-6]。图 1 为 20 世纪以来川滇地区强震分布格局图。

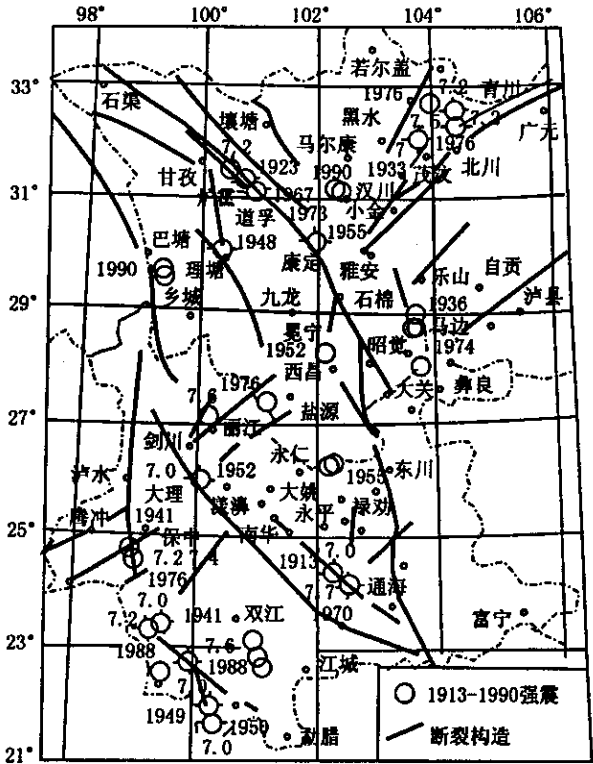


表 1 川滇地区 20 世纪以来≥6.7 级地震序列表

年份	震级	年份	震级	年份	震级	年份	震级	年份	震级
1913	7.0	1941	7.0	1955	6.7	1976	7.4	1988	7.2
1917	6.7	1941	7.0	1960	6.7	1976	7.2	1989	6.7
1923	7.2	1942	6.7	1967	6.8	1976	6.7	1989	6.7
1925	7.0	1948	7.3	1970	7.7	1976	7.2	1995	7.3
1925	6.7	1950	7.0	1971	6.7	1976	6.7	1996	7.0
1933	7.5	1950	7.6	1973	7.6	1979	6.8		
1936	6.7	1952	6.7	1974	7.1	1981	6.9		
1936	6.7	1955	7.5	1976	7.3	1988	7.6		

从表 1 中可以看出，20 世纪以来川滇地区发生≥6.7 级地震的年份为 25 年，分别为：1913 年、1917 年、1923 年、1925 年、1933 年、1936 年、1941 年、1942 年、1948 年、1950 年、1952 年、1955 年、1960 年、1967 年、1970 年、1971 年、1973 年、1974 年、1976 年、1979 年、1981 年、1988 年、1989 年、1995 年、1996 年。如果将这 25 年的年份作为一组数列，那么在其中我们可以找出几组以 19 年为公差的子数列，如“1917、1936、1955、1974”、“1923、1941、1960、1979”、“1913、1933、1952、1971”以及“1950、1970、1989”等（部分年份的误差在正负一年以内），如图 2 所示。

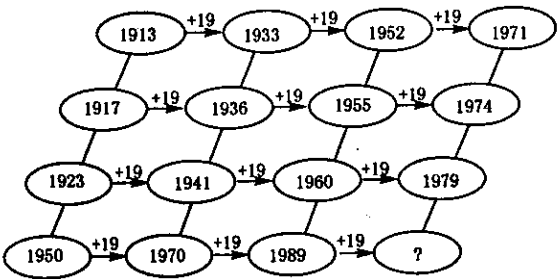


图 2 20 世纪以来川滇地区发生≥6.7 级地震的部分年份关系图

由图 2 可知，除 1913、1923、1950 这三个年份有正负一年以内的误差外，其余年份皆严格符合 19 年公差的规律，由此我们可以依据上述计算得出的统计规律，对今后可能发生地震的年份进行推测，1989 + 19 = 2008，因此可以看出，2008 年有强烈的地震灾害信号。

2 地震趋势的可公度法预测

可公度性源于天文学，表示自然界事物之间的一种秩序，是自然现象周期性的一种客观外在反映，所以是一种信息系。这种信息系不仅在天文学研究领域中有明显的表现，而且在其他领域中也广泛的存在，因此可以以它作为对自然现象进行预测研究的依据和方法。翁文波院士首先将可公度性预测方法应用到了预测科学中来，并曾利用可公度信息系对 1976 年唐山地震、1982 年华北干旱、1991 年长江流域洪水、1992 年美国加州地震等自然灾害现象作过成功的预测^[7]。本文根据 20 世纪以来川滇地区≥6.7 级地震的 25 个发生年份，依据可公度法的原理和方法，对未来川滇地区≥6.7 级地震的发生年份进行预测。

2.1 三元可公度法预测

由三元可公度法计算如下：

设 $X_1 = 1913$; $X_2 = 1917$; $X_3 = 1923$; $X_4 = 1925$;
 $X_5 = 1933$; $X_6 = 1936$; $X_7 = 1941$; $X_8 = 1942$;
 $X_9 = 1948$; $X_{10} = 1950$; $X_{11} = 1952$; $X_{12} = 1955$;
 $X_{13} = 1960$; $X_{14} = 1967$; $X_{15} = 1970$; $X_{16} = 1971$;
 $X_{17} = 1973$; $X_{18} = 1974$; $X_{19} = 1976$; $X_{20} = 1979$;
 $X_{21} = 1981$; $X_{22} = 1988$; $X_{23} = 1989$; $X_{24} = 1995$;
 $X_{25} = 1996$

则计算结果见表 2：

表 2 川滇地区强震的三元可公度表

$X_1=1913$	$X_4 + X_6 - X_9 = 1913$	$X_3 + X_{13} - X_5 = 1913$	$X_4 + X_{19} - X_{22} = 1913$
$X_2=1917$	$X_3 + X_8 - X_9 = 1917$	$X_4 + X_{21} - X_{23} = 1917$	$X_4 + X_{11} - X_{13} = 1917$
$X_3=1923$	$X_4 + X_9 - X_{10} = 1923$	$X_4 + X_{20} - X_{21} = 1923$	$X_4 + X_{16} - X_{17} = 1923$
$X_4=1925$	$X_1 + X_9 - X_6 = 1925$	$X_2 + X_{13} - X_{11} = 1925$	$X_3 + X_{17} - X_{16} = 1925$
$X_5=1933$	$X_6 + X_{19} - X_{20} = 1933$	$X_6 + X_{11} - X_{12} = 1933$	$X_6 + X_{14} - X_{15} = 1933$
$X_6=1936$	$X_9 + X_1 - X_4 = 1936$	$X_9 + X_{19} - X_{22} = 1936$	$X_7 + X_{12} - X_{13} = 1936$
$X_7=1941$	$X_8 + X_{22} - X_{23} = 1941$	$X_8 + X_{15} - X_{16} = 1941$	$X_9 + X_{22} - X_{24} = 1941$
$X_8=1942$	$X_9 + X_2 - X_3 = 1942$	$X_{10} + X_5 - X_7 = 1942$	$X_{10} + X_{21} - X_{23} = 1942$
$X_9=1948$	$X_{10} + X_{10} - X_{11} = 1948$	$X_{10} + X_{18} - X_{19} = 1948$	$X_{12} + X_{18} - X_{21} = 1948$
$X_{10}=1950$	$X_{11} + X_{18} - X_{19} = 1950$	$X_{12} + X_{18} - X_{20} = 1950$	$X_{13} + X_{20} - X_{23} = 1950$

$X_{11}=1952$	$X_2+X_{13}-X_4=1952$	$X_{10}+X_{19}-X_{18}=1952$	$X_{12}+X_{14}-X_{15}=1952$
$X_{12}=1955$	$X_9+X_{21}-X_{18}=1955$	$X_{10}+X_{21}-X_{18}=1955$	$X_{11}+X_{15}-X_{14}=1955$
$X_{13}=1960$	$X_1+X_{15}-X_3=1960$	$X_{15}+X_3-X_5=1960$	$X_{14}+X_{21}-X_{22}=1960$
$X_{14}=1967$	$X_5+X_{15}-X_6=1967$	$X_{15}+X_{19}-X_{20}=1967$	$X_{13}+X_{22}-X_{21}=1967$
$X_{15}=1970$	$X_3+X_{13}-X_1=1970$	$X_{16}+X_{24}-X_{25}=1970$	$X_{16}+X_{22}-X_{23}=1970$
$X_{16}=1971$	$X_{17}+X_{18}-X_{19}=1971$	$X_{20}+X_{17}-X_{21}=1971$	$X_{10}+X_{17}-X_{11}=1971$
$X_{17}=1973$	$X_{15}+X_{18}-X_{16}=1973$	$X_{18}+X_{22}-X_{23}=1973$	$X_{24}+X_{18}-X_{25}=1973$
$X_{18}=1974$	$X_3+X_{19}-X_4=1974$	$X_{10}+X_{19}-X_{11}=1974$	$X_{19}+X_{16}-X_{17}=1974$
$X_{19}=1976$	$X_5+X_{20}-X_6=1976$	$X_{11}+X_{20}-X_{12}=1976$	$X_{21}+X_{10}-X_{12}=1976$
$X_{20}=1979$	$X_{21}+X_{16}-X_{17}=1979$	$X_9+X_{21}-X_{10}=1979$	$X_{10}+X_{23}-X_{13}=1979$
$X_{21}=1981$	$X_6+X_{19}-X_{20}=1933$	$X_{22}+X_{13}-X_{14}=1981$	$X_{22}+X_{13}-X_{14}=1981$
$X_{22}=1988$	$X_{23}+X_7-X_8=1988$	$X_{15}+X_{23}-X_{16}=1988$	$X_{23}+X_{24}-X_{25}=1988$
$X_{23}=1989$	$X_{24}+X_8-X_9=1981$	$X_2+X_{24}-X_3=1988$	$X_{25}+X_7-X_9=1988$
$X_{24}=1995$	$X_{25}+X_7-X_8=1995$	$X_{23}+X_9-X_8=1995$	$X_{25}+X_{15}-X_{16}=1995$
$X_{25}=1996$	$X_{24}+X_8-X_7=1996$	$X_{23}+X_{24}-X_{22}=1996$	$X_9+X_{23}-X_7=1996$

通过计算可以看出，得出的结果与实际的年份一致，且每一个结果都能写出三组以上的三元可公度式子，由此说明，川滇地区的强震表现出了极好的可公度特征。由此可以推算出下（几）次地震的可能发生年份 X_{26} 和 X_{27} ：

$X_{26}=2007$ $X_{22}+X_6-X_2=2007$

$X_{24}+X_{14}-X_{12}=2007$ $X_{22}+X_7-X_3=2006$

$X_{27}=2008$ $X_{24}+X_6-X_3=2008$

$X_{25}+X_{14}-X_{12}=2008$ $X_{23}+X_6-X_2=2008$

2.2 四元可公度法预测

由四元可公度法计算如下：

设 $X_1=1913$ ； $X_2=1917$ ； $X_3=1923$ ； $X_4=1925$ ；
 $X_5=1933$ ； $X_6=1936$ ； $X_7=1941$ ； $X_8=1942$ ；
 $X_9=1948$ ； $X_{10}=1950$ ； $X_{11}=1952$ ； $X_{12}=1955$ ；
 $X_{13}=1960$ ； $X_{14}=1967$ ； $X_{15}=1970$ ； $X_{16}=1971$ ；
 $X_{17}=1973$ ； $X_{18}=1974$ ； $X_{19}=1976$ ； $X_{20}=1979$ ；
 $X_{21}=1981$ ； $X_{22}=1988$ ； $X_{23}=1989$ ； $X_{24}=1995$ ；
 $X_{25}=1996$

则计算结果为：

$X_{16}+X_5-X_{20}-X_1=12$ $X_{15}+X_5-X_{18}-X_2=12$

$X_{14}+X_6-X_{18}-X_2=12$ $X_{15}+X_7-X_{19}-X_3=12$

四元可公度法预测结果：1996+12=2008

2.3 五元可公度法预测

由五元可公度法计算如下：

设 $X_1=1913$ ； $X_2=1917$ ； $X_3=1923$ ； $X_4=1925$ ；
 $X_5=1933$ ； $X_6=1936$ ； $X_7=1941$ ； $X_8=1942$ ；
 $X_9=1948$ ； $X_{10}=1950$ ； $X_{11}=1952$ ； $X_{12}=1955$ ；
 $X_{13}=1960$ ； $X_{14}=1967$ ； $X_{15}=1970$ ； $X_{16}=1971$ ；

$X_{17}=1973$ ； $X_{18}=1974$ ； $X_{19}=1976$ ； $X_{20}=1979$ ；
 $X_{21}=1981$ ； $X_{22}=1988$ ； $X_{23}=1989$ ； $X_{24}=1995$ ；
 $X_{25}=1996$

则计算结果为：

$X_{23}+X_{15}+X_1-X_3-X_7=2008$

$X_{23}+X_{20}+X_{12}-X_{18}-X_7=2008$

$X_{24}+X_{21}+X_8-X_{18}-X_6=2008$

$X_{25}+X_{15}+X_7-X_{19}-X_3=2008$

$X_{22}+X_{15}+X_5-X_{13}-X_3=2008$

$X_{21}+X_{11}+X_9-X_{13}-X_1=2008$

总结以上几种预测结果，可以看出从灾害信息来讲，2007 年和 2008 年的灾害信号比较强，尤其是 2008 年更符合已有地震资料的统计规律，因此川滇地区下（几）次可能发生 ≥ 6.7 级地震的年份为 2008 年。

3 结论与建议

从以上所进行的推算与预测结果看，在 2008 年左右，川滇地区有可能发生 ≥ 6.7 级强烈地震。为了更好地配合防震减灾活动，笔者提出以下建议。

（1）完善预防措施 实行“预防为主、防御与救助相结合”的方针，切实加强地震监测预报、震灾预防、紧急救援三大工作体系建设，加强针对性专题研究，确定重点防震区域，依靠全社会力量，不断提高防震减灾综合能力。

（2）加强抗震能力建设 各级政府应高度重

视防震减灾工作，加强领导和管理，切实加强抗震设防及地震安全性评价工作，加强对重大建设工程和一般民用建设工程的抗震设防监督管理工作，坚决做好抗震设防和地震安全性评价管理工作，提高城市和农村的防震抗震能力。

（3）健全紧急救援系统建设，以提高地震应急反应能力 依法制定地震应急预案，加强地震应急系统指挥建设，明确紧急救援队伍，加强宣传教育，提高各级领导和广大群众的避震应急、自救互救知识技能。

（4）广泛宣传动员，普及防震抗震知识 川滇地区的破坏性地震以往主要集中于农村，而缺乏防震减灾意识和经济滞后等原因又导致农村民居普遍抗震性能差^[8]，因此，应该加强防震抗震知识的宣传和普及，把防震抗震知识宣传普及到乡（镇）、村及农户，努力提高农村民居防震抗震能力。

（5）加强地震监测网络建设 川滇地区断裂多，地域广，地震灾害频发。在如此广大的区域

内，确定地震规律及确切的发生地点仍然有许多科学问题，有待于进一步深入研究，尤其应采用切实措施不断完善和加强地震监测网络建设。

参考文献：

[1] 苏有锦,秦嘉政. 川滇地区强地震活动与区域新构造运动的关系[J]. 中国地震, 2001, 17(1) 24-34.

[2] 邢东兴,孙虎,延军平. 陕西省大旱年发生概率及可能发生的年份预测[J]. 灾害学, 2004, 19(1) 69-72.

[3] 黄子波. 川滇地区强烈地震预报研究. 四川地震, 1994 (1) 9-13.

[4] 中国地震局.《中国历史强震目录》(公元前 23 世纪 ~ 公元 1911 年 I M]. 北京:地震出版社, 1995.

[5] 中国地震局.《中国近代地震目录》(公元 1912 年 ~ 1990 年) [M]. 北京:中国科学技术出版社, 1999.

[6] 《中国地震年鉴》编辑部. 中国地震年鉴 1991 ~ 2005[Z]. 北京:地震出版社, 1991 ~ 2005.[7]翁文波. 预测论基础[M]. 北京:石油出版社, 1984.

[8] 陈,等.“ 十一·五”期间中国重大地震灾害预测预警和防治对策[J]. 灾害学, 2005, 20(1) 1-14.

Study on Earthquake Tendency in Sichuan-Yunnan Region Based on Commensurability

LONG Xiao-xia ,YAN Jun-ping ,SUN Hu and WANG Zu-zheng

(The College of Tourism and Environment ,Shaanxi Normal University ,Xi'an 710062 ,China)

Abstract :Sichuan-Yunnan region is prone to strong and high frequent earthquakes. Based on the data analysis of earthquake disasters in Sichuan-Yunnan region ,the tendency of the next strong earthquake (s) is predicted by commensurability of ternary ,quaternion and quintuple ,for the purpose of disaster prevention and reduction.

Key words :Sichuan-Yunnan region ; earthquake disaster ; commensurability ; tendency prediction