

用 R 值评分法研究青海省 1990 ~ 2006 年以来的地震预报效能

屠泓为¹, 陆广海², 孙洪斌¹

(1. 青海省地震局, 青海 西宁 810001; 2. 青海省海东地震局, 青海 平安 810600)

摘要:基于用 R 值评分方法对青海省 1990 ~ 2006 年以来的地震预报效能进行了评价, 通过 2 种方法计算, 结果表明, 17 年来青海省地震预报效能检验平均 R 值约为 0.261。表明了地震危险区域的划分工作在这些年中取得了一定效果, 研究也表明 R 值的高低不仅和预测手段有关, 而且与年度地震活动水平有关。

关键词:青海; 地震预报效能; 评价

中图分类号: P315.75 文献标识码: A 文章编号: 1005 - 586X(2007)03 - 0013 - 04

0 引言

比较合理的评价地震预测效能是许多地震学者一直以来想要解决和探索的问题。 R 值评分方法就是人们比较认可和常用的评价方法之一, 该方法最先是由许绍燮 1989 年提出, 其后又经许多地震学者的完善^[1-8], 现已成为常规的地震效能评价方法。通过文献查阅和统计发现本方法在时间序列研究中应用较多, 根据秦卫平的研究^[2], 在 R 值评分方法中将预报时间的占有率表示为虚报率, 则 R 值评分方法与 Q 值评分方法相一致。20 世纪 80 年代后期以来, R 值评分已被应用于对历年年度预测效能的检验。

本文根据 1990 ~ 2006 年的青海省地震趋势年度会商报告的资料^①, 用 R 值评分方法对这一时段的地震预报效能进行了分析和讨论。

1 基本原理和方法

在前人研究的基础上, 本文将 R 值评分方法的限制条件作了一定的修改, 并对青海省 1990 ~ 2006 年年度预测效能进行了粗略的检验。

方法一:将研究区域以 $1^\circ \times 1^\circ$ 为网格单元进

行划分, 共 N 个单元。其中, 用 N^1 表示预报发生地震区域的单元数, 年度预报地震区域数为 N_1 , 当实际发生地震的区域数大于全年预报地震区域数 N_1 时, N_1 等于实际发生地震的区域数, 而落入预报区内的地震次数为 N_1^1 (落入同一预报区块的地震为 1 次), 见公式(1):

$$R = c - b = \frac{\text{报准区域数}}{\text{预报区域数}} - \frac{\text{预报网格数}}{\text{总网格数}} \\ = \frac{N_1^1}{N_1} - \frac{N^1}{N} \quad (1)$$

方法二:将研究区域以 $1^\circ \times 1^\circ$ 为网格单元进行划分, 共 N 个单元。其中, 用 N^1 表示预报发生地震区域的单元数, 年度总地震数为 Z , 报准地震数为 Z_1 , 见公式(2):

$$R = c - b = \frac{\text{报准地震数}}{\text{总地震数}} - \frac{\text{预报网格数}}{\text{总网格数}} \\ = \frac{Z_1}{Z} - \frac{N^1}{N} \quad (2)$$

式(2)中, 对于总地震数为 0 时, 我们规定 c 为 0, 于是 $R < 0$ 。

本文中利用到的 R 值求解方法是用预报的成功率 (即 c) 减去危险区占用的预报网格数与总的网格数之比 (即 b)。公式第二项的主要目的是扣除随机概率的预报成功率, 对盲目地鼓励大面

收稿日期: 2007 - 01 - 12

基金项目: 青海省地震科学基金, 中国地震台网中心资助。

作者简介: 屠泓为 (1977 -), 男, 硕士, 主要从事大形势和地震活动性研究。

①青海省地震局. 青海省地震趋势年度会商报告. 1990 ~ 2006.

积预报起到了一定的抑制作用。当 $R = 1$ 时, 所有的地震全部落入并填满危险区, 实际上这种情况发生的可能性很小, 因为即使所有的地震落入危险区是可能的, 但要恰好填满危险区却是很难的; 当 $R \leq 0$ 时, 预报无意义; 当 $0 < R \leq 1$ 时, 预报具有价值, R 值越大表明预报效果越好, 预报完全正确时, R 值将接近于 1 但小于 1; 预报没有任何价值时, $R \leq 0$, 不会出现数学上的不成立现象。这样既不鼓励虚报, 又不鼓励漏报, 也不鼓励大范围的预报。虽然给定的条件相对有些苛刻, 但做出的评价结果与人们的通常认识是基本一致的, 也是比较客观的。本方法既可以用于评价短临预报方法, 又可以用于评价中长期预报方法^[4-8]。

2 计算结果

2.1 由方法一做出的结果

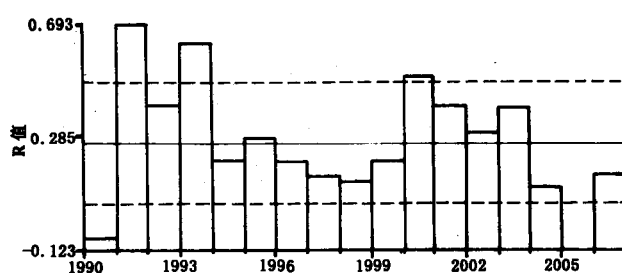


图 1 青海区域 4.5 级以上地震预测
检验 R 值的年度分布(方法一)

本文收集了自 1990 年至 2006 年以来的青海省地震趋势年度报告所给出的预测意见和实际发生地震的资料, 根据上述原理将青海及邻近区域以 $1^\circ \times 1^\circ$ 为网格单元进行划分, 共分为 171 个单元。根据年度会商给定的预报区域及实际地震的发生区域, 根据其年度自检意见, 我们规定预测正确时赋值为 1.0, 预测基本正确时赋值为 0.5, R 值计算结果见图 1 及表 1。

表 1 青海全省 4.5 级以上地震 R 值评分计算结果

年份	预报区域(N_1)	报准区域(N_1')	预报格点数(N^1)	格点总数(N)	R 值
1990	5	0.5	31	171	-0.08128
1991	3	2.5	24	171	0.69298
1992	3	1.5	16	171	0.40643
1993	4	3.0	21	171	0.62719
1994	5	1.5	18	171	0.19474
1995	5	2.0	20	171	0.28304
1996	5	2.0	35.5	171	0.19240
1997	5	1.5	27.5	171	0.13918
1998	5	1.0	14	171	0.11828
1999	5	2.0	34.5	171	0.19825
2000	4	2.5	20	171	0.50804
2001	4	2.0	17	171	0.40058
2002	4	1.5	13	171	0.29897
2003	4	2.0	18	171	0.39474
2004	4	1.0	26	171	0.09795
2005	3	0.0	21	171	-0.12281
2006	4	1.0	18	171	0.14474

同时, 本文运用预测区域和实际 5 级以上地震, 选用本方法做出了相应的 5 级以上地震的 R 值, 计算结果见图 2 及表 2。

2.2 由方法二做出的结果

为了进一步验证 R 值的可靠性, 我们运用了落在预报区域的地震与总地震数的比值减去预报

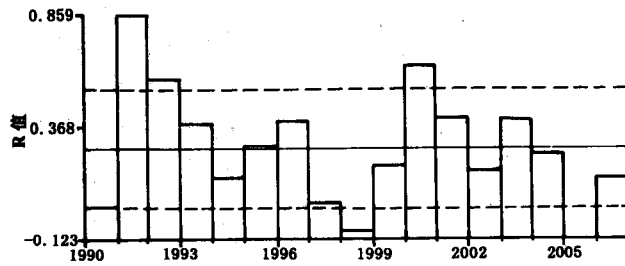


图2 青海区域5.0级以上地震预测
检验R值的年度分布(方法一)

区域所占网格数与总网格数的比值(公式(2)),所作出的结果见图3及表3。

3 结论与讨论

由方法一计算出的结果,对比可以看出4.5级以上地震平均R值为0.264,其中1991、1993、2000年R值比较高,1990、1994、1996~1999、2004~2006年的R值比较低。5级以上地震平均R

表2 青海全省5级以上地震R值评分计算结果

年份	预报区域(N_1)	报准区域(N_1^1)	预报格点数(N^1)	格点总数(N)	R值
1990	5	1	31	171	0.018713
1991	3	3	24	171	0.859649
1992	3	2	16	171	0.573099
1993	4	2	21	171	0.377193
1994	4	1	18	171	0.144737
1995	5	2	20	171	0.283041
1996	5	3	35.5	171	0.392398
1997	5	1	27.5	171	0.039181
1998	5	0	14	171	-0.081871
1999	5	2	34.5	171	0.198246
2000	4	3	20	171	0.633041
2001	4	2	17	171	0.400585
2002	4	1	13	171	0.173977
2003	4	2	18	171	0.394737
2004	5	2	26	171	0.247953
2005	3	0	21	171	-0.122807
2006	4	1	18	171	0.144737

表3 青海全省5级以上地震R值评分计算结果

年份	总地震数(Z)	报准地震数(Z_1)	预报格点数(N^1)	格点总数(N)	R值
1990	10	1	31	171	-0.081287
1991	7	4	24	171	0.431078
1992	8	2	16	171	0.156433
1993	4	2	21	171	0.377193
1994	13	6	18	171	0.356275
1995	7	4	20	171	0.454470
1996	6	3	35.5	171	0.292398
1997	2	1	27.5	171	0.339181
1998	0	0	14	171	-0.081871
1999	3	3	34.5	171	0.798246
2000	19	5	20	171	0.146199
2001	10	4	17	171	0.300585
2002	20	2	13	171	0.023977
2003	14	8	18	171	0.466165
2004	19	4	26	171	0.058480
2005	0	0	21	171	-0.122807
2006	9	3	18	171	0.228070

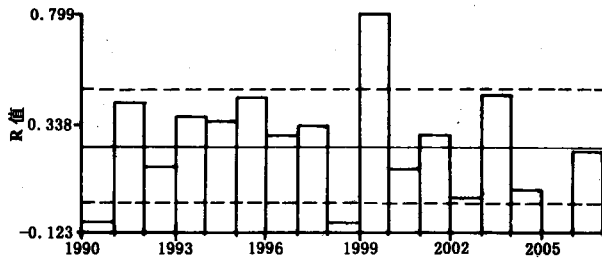


图3 青海区域5.0级以上地震预测检验
R值的年度分布(方法二)

值为0.275,其中1991、1992、2000年R值比较高,1990、1997、1998、2005年值较低。本方法研究认为R值的高低除了受观测手段的限制之外,还受整个区域的地震活动水平影响,例如,1991、1992、2000等年份地震活动水平较高,而2005年无4.5级以上地震发生。

由方法二计算的结果,平均R值为0.244,对比可以看出5级以上地震除了1990、1998、2002、2005年R值较低之外,其余年份的R值基本处在一倍标准差均值线内。

张国民、刘杰等^[5]2002年计算出的中国大陆1990~2000年平均值为0.22。马宏生、刘杰等^[7]2004年做出的中国大陆东部5级以上、西部6级以上地震预测检验尺R值的年度分布相对比表明全国的R值为0.26左右,如果进行分震级档检验,R值评分为0.11。通过本文2种方法的计算结果表明,平均R值的结果为0.261左右,与前人的结果基本相近,通过对比前人在该区域做出的

结果可以认为本文做出的结果是合理的。

我们知道,在随机预测的情况下,R值大于0和小于0的几率是相对的,因此,要连续17年 $R > 0$,其几率仅为 $1/2^{17}$,即七万分之一左右;而连续十三四年R值不仅为正,且平均为0.244以上,其可能性只有几百万分之一。这说明青海省地震局在实际地震危险区的划定工作中取得了一定的成绩,也表明了年度地震预测是有一定科学含量,并不是随机预测的。

参考文献:

- [1] 朱令人,朱成熹,洪时中.地震预报效能评价[A].国家地震局科技监测司.中国地震预报方法研究[C].北京:地震出版社,1991.35~45.
- [2] 秦卫平.一维地震预报评分问题[J].地震学报,1991,13(2):234~242.
- [3] 石耀霖,刘杰,张国民.对我国90年代年度地震预报的评估[J].中国科学院研究生院学报,2000,17(1):63~69.
- [4] 郑兆苾,李罡凤,汪雪泉.R值评分再学习[J].地震学刊,2001,21(1):27~31.
- [5] 张国民,刘杰,石耀霖.年度地震预报能力的科学评价[J].地震学刊,2002,24(5):525~532.
- [6] 罗兰格.R值评分方法的再研究[J].华北地震科学,2004,22(2):1~5.
- [7] 马宏生,刘杰,吴昊,等.基于R值评分的年度地震预报能力评价[J].地震,2004,24(2):31~37.
- [8] 王林瑛,陈学忠,朱传镇,等.地震活动性总体参量R及其在地震预测中应用的研究[J].地震,2006,26(2):54~60.

RESEARCH ON EARTHQUAKE PREDICTION EFFICIENCY IN QINGHAI DURING 1990 ~ 2006 BASED ON R - VALUE

TU Hong - wei¹, LU Guang - hai², SUN Hong - bin¹

(1. Earthquake Administration of Qinghai Province, Xining 810001, China; 2. Earthquake Administration of Haidong Administration Office in Qinghai Province, Ping'an 810600, China)

Abstract: In this paper, we have estimated the earthquake prediction efficiency in Qinghai province from 1990 to 2006 based on R-value. Calculated by two methods, the results show that the average R-value is about 0.261. The R-value indicates that compartmentalization of the earthquake risk areas is effect in these years. Through these researches, we consider that high or low of R-value is not only influenced by the prediction method, but also influenced by the activity of the earthquake in the year.

Key words: Qinghai province; Earthquake prediction efficiency; Estimate