

基于遗传算法的地震短期 综合预报分类系统研究

李莹甄, 王海涛, 龙海英, 王 琼

(新疆地震局, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要: 简要介绍了基于遗传算法的分类器和在此基础上建立的地震预报分类体系的基本原理. 设计出基于遗传算法的地震短期综合预报分类系统的研究思路和方法, 即以异常持续时间为编码依据, 以遗传算法为优选预报规则的工具, 以预报3个月地震为目标, 综合测震和前兆多手段进行地震预测. 对北天山西段进行多参数初步试算后表明该方法具有很高的学习正确率和较高检验和预测能力.

关键词: 遗传算法; 分类器系统; 地震短期综合预报

中图分类号: P315.75 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0844(2002)04-0295-08

0 引言

地震预报的现状是运用经验来寻求统计方法, 从现象上探索预报地震的可能性. 如地震预报专家系统^[1]、地震综合预报投影寻踪回归方法^[2]、人工神经网络方法^[3]等皆属于经验统计预报范畴. 基于遗传算法的地震预报方法也属于此类范畴. 但遗传算法更强调引进竞争的适应度分配机制和使用“遗传”信息, 通过自我学习, 探索可用于地震预报的规则, 形成具有自适应学习功能的地震预报分类系统.

遗传算法是美国 Holland 教授等建立的一套模拟自然界生物进化过程的理论体系^[4~5]. 它具有对复杂的非线性问题经过有效搜索和动态演化而达到优化状态的特性, 在地学领域, 尤其在地球物理反演^[6~8]、地震预报、地震定位^[9~10]等方面应用前景广阔.

基于遗传算法的机器学习是当前遗传算法研究的一个重要方面. 其中最引人注目的是分类系统的研究. 竞争的信度分配和以遗传算法为核心的规则发现构成了基于分类器的机器学习系统. 为了克服专家系统中知识获取的瓶颈问题, 1986年 Holland 等实现了第一个基于遗传算法和桶队(bucket brigade)算法反馈机制的分类器系统(classifier system)^[11]. 1994年陈祺福、石耀霖等首次将分类器系统引入地震预报领域, 建立了基于遗传算法的地震预报分类体系^[12~13], 并对“首都圈”的地震预报规则和地震预测做了初步研究. 作者运用该体系也曾对北天山地震带、柯坪块区和乌恰-喀什区的地震预报规则进行过研究^[14]. 本文在前人研究基础上, 进一步拓展思路和方法, 将基于遗传算法的分类系统应用于以预报3个月最大地震为目

收稿日期: 2002-07-25

基金项目: “十五”国家科技攻关项目(01-03-06).

作者简介: 李莹甄(1968-), 女(汉族), 甘肃武威人, 副研究员, 主要从事地震活动性分析预报工作.

标,可以涵盖测震、前兆多种方法的地震短期综合预测中,以期为区域地震短期预测提供较为科学的依据。

基于遗传算法的地震短期综合预测分类系统的研究包括以下主要内容:区域地震短期综合预报指标体系建设;编译地震环境信息系统;建立初始地震预报规则集;适应度函数;设定遗传算法和地震预报规则的学习、检验和预测。本文主要介绍贯穿整个研究的基本原理、思路和方法。

1 基于遗传算法的分类器系统

分类器系统是一种学习“字符串规则”(又称分类器)的学习系统,它由规则与信息(rule and message)系统、信用分配系统及遗传算法三个主要部分组成。其中规则与信息系统是产生式系统,既 IF< condition> THEN< action> 的一种特殊形式。产生式规则的语法过于复杂,不易使用,所以在分类器系统中,对产生式规则的语法做了很大的限制,采用了定长的表示形式,从而适用于遗传操作。

与传统的专家系统在每一匹配周期采用的单条规则被激活这种串行方式不同,分类器系统采用了并行激活方式,即在每一匹配周期允许多条规则被同时激活。在前者中,规则的相对强度是由设计者会同领域专家人为确定;而在后者中它却是一种关键的学习对象。规则的强度由信用分配机制提供。所谓的信用分配是指通过环境向分类器以“报偿”的反馈形式提供的学习机制,而系统将根据规则的强度来评判哪些规则是有效的。分类器系统在对规则做出评价后,还要能利用已有经验产生新规则以取代现有不好的规则,该系统采用了遗传算法来实现这种功能。

1.1 规则与信息

信息可以用来激活被称为分类器的串规则。所有的规则都采用条件/动作形式,每个条件对应满足相应规则的信息;每个动作对应了规则的条件被某个信息满足时该规则所要发布的消息。为便于遗传算法的实现,信息的可能取值都限定为二进制数字串。

1.2 桶队算法

在分类器系统中如何评价各分类器优劣是一个关键问题。目前最重要的实现信用分配任务的方法是 Holland 提出的桶队算法。它是为了解决这样两个问题提出的:一是当多个规则同时都要求被激活时,如何解决竞争问题;二是对一规则被激活产生作用的那些规则如何分配信用。下面的公式描述了第 i 个分类器的强度 S_i 被激活之后的变化:

$$S_i(t+1) = S_i(t) - B_i(t) - T_i(t) + R_i(t) \quad (1)$$

它表示第 i 个分类器在 t 时刻因叫价竞争获胜而被允许向信息表发送信息,并通过票据交换支付叫价即 $B_i(t)$;同时该分类器也可能因以前的信息发送活动而得到其他分类器或环境的报偿 $R_i(t)$;此外分类器可向系统支付一定的税收 $T_i(t)$ 。

有的叫价方法还考虑了分类器条件的特殊性。当叫价相同时,可能更倾向于激活条件部分更特殊的分类器。为了反映这种倾向性,有的叫价方法取叫价为叫价系数、分类器强度以及分类器条件中非统配符(既 0, 1)数三者之积。

1.3 遗传算法

桶队算法有效地解决了规则评价及规则竞争的问题,采用遗传算法可实现用新的分类器来取代强度低的分类器,以使系统的整体性能不断提高。Holland 给出了在分类器中采用遗传算法的核心步骤:(1)根据分类器的强度从分类器集合中成对挑选分类器;(2)对选中的分类器

对,应用交叉算子生成新的分类器;(3)用生成的后代替换强度最弱的那些分类器.

陈棋福等将上述分类器系统原理应用于地震预测,建立了基于遗传算法的地震预报分类体系.

2 基于遗传算法的地震预报分类体系

基于遗传算法的地震预报分类体系通过地震环境信息系统,地震预报规则集,适应度函数和遗传算法四部分的有机结合,来获得相互适应并且是不断进化的地震预报规则.研究的核心问题是如何结合一批实际地震观测数据,通过计算机自我学习演化,总结概括出若干条适用于地震短期预报的规则^[12~13](图 1).

2.1 地震环境信息系统

系统信息由实际观测的地震数据编译成二进制代码串得到,由参数代码串和时间震级区间代码串两部分组成.表示在此地震信息组配之下,未来会发生什么样的地震,其作用是对初始预报规则进行拟合迭代和匹配学习.利用提取的地震预报规则集,还可进行回顾检验和未来震级预测.

2.2 地震预报规则集

系统的规则(分类器)是区域地震预测的最优模型,可对未来地震趋势进行预测.规则由二进制代码和表示不确定的统符合“#”共同组成,也包括参数代码串和时间震级区间代码串.最初的规则主要由计算机随机给出.用于地震预报的规则是由地震环境信息系统对初始规则进行拟合迭代学习,由适应度函数对每条规则评价后,再由遗传算法淘汰、更新、演化而来.

2.3 适应度函数

对应于信用分配中的桶队算法.在以预测震级为目标的地震预报中,规则的优劣由以下公式来衡量:

$$S(t+1) = S(t) \pm R(t) \tag{2}$$

其中: $S(t+1)$ 为下一代规则适应度; $S(t)$ 为上一代规则适应度; $R(t)$ 是对规则发布的地震是否与实际发生的地震相符而给予的奖罚.根据适应度大小,可决定规则是繁殖还是消亡.高适应度规则数目按指数增长以达到预报规则集的优化.适应度是驱动遗传算法的动力.

2.4 遗传算法

适应度在对规则做出评判后,由遗传算法对规则进行选择、淘汰和进化.在这一过程中,地震预报规则集得以一代一代优化并逐步逼近最优解.作为智能搜索算法,它与参数编码方式、初始预报规则集和其规模的设定,适应度函数设计,算法控制参数设定密切相关.其中算法控制参数的设定包括选择、交叉、变异^[14].

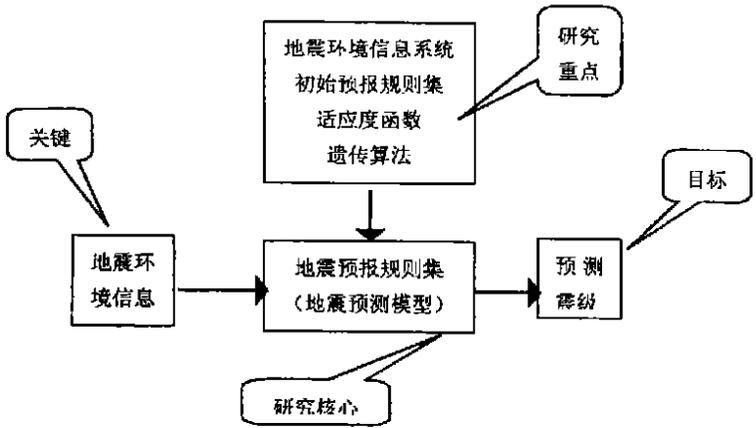


图 1 基于遗传算法的地震预报分类体系示意图

Fig. 1 Sketch of the classifying system of earthquake prediction based on the genetic algorithms.

选择:目的是选出优良规则,使它们有机会做为父代繁殖下一代规则.在遗传算法中,可采用和适应度成正比的概率方法来进行选择.交叉:其作用是收集、保存父代中的优势代码.所以交叉概率应取较大的值,大致为0.5~1左右.遗传算法的收敛性主要取决于作为核心操作的交叉算子.变异:是对新个体(子代)中某些基因(参数)产生变化.对于二进制编码的个体,可以是0变为1,或将1变为0.为减小算法的随机性,变异概率 P_m 通常较小,约为0.001~0.02.遗传算法引入变异的目的是有两个,一是使遗传算法具有局部的随机搜索能力;二是使遗传算法维持规则多样性,以防止出现过早收敛.

3 基于遗传算法的地震短期综合预报分类系统

地震短期综合预报分类系统研究的目的是用固定区域半年的地震观测资料预测未来短期内(3个月)的最大地震.由基于遗传算法的地震预报分类体系我们设计出如下地震短期综合预报的研究思路和方法.

3.1 建立区域地震短期综合预报指标体系

选取历史地震活动水平较高,中强震重复率较高,活动构造相对独立的地区作为研究区.采用地震目录和前兆观测记录,选取地震活动性参数和前兆手段,按一定的窗长、步长进行时序计算;以震例研究为依据,提取参数的异常特征和判定指标;参数的相关性暂不考虑,计算窗长、步长要求一致;按预报地震的物理意义将参数分为高值异常和低值异常两类;根据震例研究成果,确定各参数的地震预报阈值.以高于或低于阈值为异常,则每种方法在半年尺度范围内,异常按持续时间划分为三类:异常时间持续1~2个月;异常时间持续3~4个月和异常时间持续5~6个月.

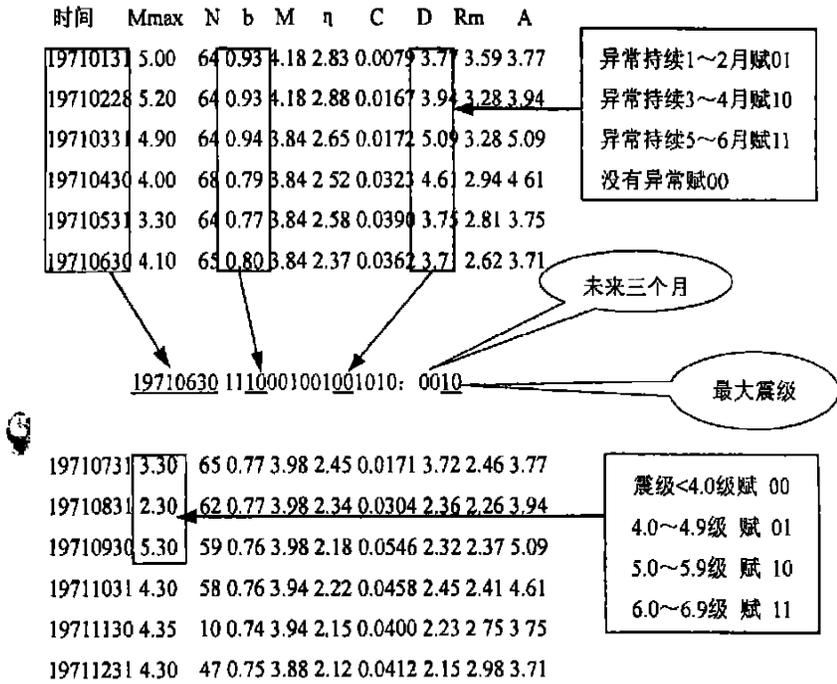
将计算结果和预报阈值按一定的格式建成数据库,通过编码程序,可在形成环境信息系统时将其调用.

3.2 建立地震环境信息系统

由于遗传算法无法对原始数据直接操作,需将原始数据编译成以二进制代码表示的地震环境信息.根据区域地震短期综合预报指标体系,认为异常持续时间能较好的反映震前各参数的变化情况,因此确立以下编码原则:每种方法都按异常持续1~2个月赋代码01;持续3~4个月赋代码10;持续5~6个月赋代码11;半年中没有异常赋代码00.各参数状态组合对应的地震的编码原则是:震级小于4.0级赋代码00;4.0~4.9级赋代码01;5.0~5.9级赋代码10;6.0~6.9级赋代码11.一条完整的地震环境信息可表示为:19710630 1101001001001010;0011,编译过程见图2.

3.3 建立地震短期综合预测规则集

由地震环境信息对初始预报规则进行迭代学习,再由适应度评判,遗传算法选择、进化,得到区域地震短期综合预测规则集.初始预报规则的参数代码由{0, 1, #}组合来表示.要求每一位的0与0或#匹配;1与1或#匹配;#与0或1匹配.为加速遗传算法收敛,初始预报规则依据下列方式给出,一是用各震级样本量的不同比例系数来生成覆盖其震级域的任意初始规则,二是对震级代码相同参数条件相类似的环境信息进行合并;三是对大概率事件,如占统计样本最多的小于4.0级地震给出一条形如#####0000的统配符规则.适应度由公式(2)给出.为了保证得到全局最优的地震预报规则集,有必要在用遗传算法选择以前,对当前拟合最好的规则予以保留.



(说明: 19710630: 表示 1971 年 1 月 1 日~6 月 31 日半年时段; 11 01001001001010: 表示选用的参数在这半年内所处的异常持续时间或正常状态的组合, 10 是上述时段的 b 值以高于阈值 (0.92) 为异常, 异常持续 3 个月所赋代码, 其他参数代码类似; 0010: 表示在此半年之后的未来 3 个月内发生的最大地震。其中前两位代码为月, 固定为“00”, 表示对应三个月。后两位代码为震级。)

图 2 将六组参数编译成一条地震环境信息示意图

Fig. 2 Sketch of translating six groups of parameters into one seismic environment information.

4 初步试算

按照上述研究思路和方法, 选取北天山地震带西段中等地震较为活跃 (见表 1) 的乌苏—精河地区为研究区。用 1970~1996 年 4 月的地震目录进行地震预报规则学习; 预留 1996 年 5 月~2002 年 2 月的地震目录进行回顾检验 (其中包含有 4 级, 5 级地震样本)。统一以累计 12 个月, 1 个月滑动计算, 震级下限定为 2.0 级 (删除 5 级地震余震)。方法和预报阈值见表 2。规定迭代 312 次遗传算法作用一次; 初始规则适应度为 100; 奖罚值为 10。为加快收敛, 经多次试算, 设定选择概率 $P_s = 0.2$, 交叉概率 $P_c = 1.0$, 变异概率 $P_m = 0.02$ 。

表 1 1970~2002 年乌苏—精河区 5 级以上地震统计

	发震时间	震中位置		震级
		纬度	经度	
1	1971-11-01	44.03°	84.98°	5.0
2	1973-06-03	44.25°	83.62°	6.0
3	1980-11-06	43.87°	86.25°	5.7
4	1983-03-03	44.03°	86.65°	5.0
5	1990-10-25	44.23°	83.90°	5.2
6	1995-05-02	44.13°	83.95°	5.2
7	1996-01-09	43.78°	84.73°	5.8
8	1997-06-04	43.80°	85.58°	5.2
		43.32°	84.25°	5.0

按上述参数和初始预报规则 (表 3) 对乌苏—精河地区地震预报规则集进行试算, 用迭代 9 360 次, 遗传算法作用 29 次后得到的规则集和适应度 (见表 4) 进行规则学习, 对应率达到 97%, 4~6 级地震样本的学习对应率为 92%; 规则回顾检验对应率为 94%, 4~5 级的对应率为 66.7% (表 5~6)。从规则的检验效能看, 预测 5 级地震的规则, 可完全对应 5 级地震, 不存

在虚报和漏报; 预测 4 级地震的规则不存在漏报, 但存在 44% 的虚报率; 预测 4 级以下地震的规则只有 1 条, 不存在虚报, 但存在 6% 的漏报. 由于检验样本中无 6 级地震, 因此还无法对预报 6 级地震的规则做评价.

5 分析与讨论

从对北天山西段试算结果来看, 遗传算法程序运行良好. 规则集对 4 级以下和 4~5 级地震的预报成功率较高, 表明大部分规则能较好的反映震前参数的组合变化规律. 证明基于遗传算法的地震短期综合预报分类系统的思路和方法是行之有效的.

表 2 高值和低值异常的参数分类及阈值

高值异常的参数	阈值	低值异常的参数	阈值
b 值	0.92	缺震	均值
小震调制比 R_m	0.27	η 值	均值
地震活动因子 A 值	0.40	地震活动频度 Q	均值
地震活动演化指数 YH 值	均值		
地震非均匀度 GL 值	2.54		
Z-Map	均值		

表 3 遗传算法作用前初始预测规则

初始预报规则	预测震级	适应度
001100##111#11111:0011	100	100
110010##101#01##11:0011	100	100
010110#11010##1100:0011	100	100
0##011100#0011##:0001	100	100
100##101#0#1001##:0001	100	100
##0#00010#001#110#:0001	100	100
110#11##1011#100#:0001	100	100
##001#111#111#11:0001	100	100
01011011#1##0110:0001	100	100
001#00110#0#0###:0001	100	100
##11000101#0#01#:#:0001	100	100
##11001#00#####0#0#	100	100
101##010#0##111#0#:#:0001	100	100
01##1#11#0101#11#:#:0001	100	100
1010##100#111#0#10:0001	100	100
00####11#0000###:0001	100	100
1#10##01010##1101:0001	100	100
00####11##0###:0001	100	100
01#1111##0#101#00:0001	100	100
001#111#1#00##1100:0001	100	100
##10011#1#11##010:0001	100	100
####000#00#11##0#:#:0001	100	100
#101##0#1#0#11#1#:#:0001	100	100
0#1100##001##1101#:#:0001	100	100
100#0011##0##1001#:#:0001	100	100
00####00##00#0#10:0001	100	100
0011100##0#0#0##1:0001	100	100
0#110#0000####11:0001	100	100
0##1#1#000#10101##:0001	100	100
#10011####0011##11:0010	100	100
#11100#11##10#10#:#:0010	100	100
011##1#1#1#1#1#:#:0010	100	100
#01#101#0#01#01#:#:0010	100	100
##111#101#0011##00:0010	100	100
##000011#0#0010###:0010	100	100
11#######111#11:0010	100	100
01##1011#10:0#00#:#:0010	100	100
0#00110#1#001#1#1:0001	100	100
##01#100##1100#0#1:0001	100	100
0#11001100####1100:0001	100	100
10##1100##1010##0#:#:0001	100	100
0111000001111010:0010	100	100
##010111##0#101#:#:0010	100	100
#####0000:0000	100	100

表 4 遗传算法作用 29 次后的规则集

地震预报规则	预测震级	适应度
001100##111#11111:0011	46.34	46.34
00#####:0010	45.91	45.91
0#111#101#001##00:0010	53.47	53.47
#####111#111:0010	41.78	41.78
#10011###0011##11:0010	42.32	42.32
011###11#1#1#11##:0010	53.03	53.03
0#110#0000#####11:0001	94.73	94.73
0#1111#1#00##1100:0001	49.40	49.40
##0#00010#001#110#:#:0001	46.36	46.36
#####00##1100:0001	44.44	44.44
001#00110#0#0#####:0001	22.94	22.94
0##0111100##1#1#1:0001	27.82	27.82
0##011100#0#0011##:0001	47.67	47.67
0#11001100#11##0#:#:0001	21.21	21.21
00####11##0000#####:0001	81.50	81.50
##001#1#1#1####11:0001	16.96	16.96
##110#0000##1#1##1:0001	21.78	21.78
0#111#101#####1100:0001	19.14	19.14
#####1#1#1#####11:0001	40.34	40.34
0#1#000#00#11###0#:#:0001	46.05	46.05
00#####00##00#0#10:0001	59.61	59.61
00##0#110#0#0##0#:#:0001	33.55	33.55
01##1#111#0101#11#:#:0001	41.44	41.44
00####0#1#001#1#1:0001	38.19	38.19
#####1100:0001	42.94	42.94
0##011100#0#0##0#:#:0001	20.46	20.46
0#11001100##1#1#1:0001	29.91	29.91
0#11001100####1100:0001	59.40	59.40
#####0000:0000	103.76	103.76

说明: 上述预报规则已剔除了在匹配学习中不起作用的规则.

与文献 [13] 所选的均值、均方差的编码方式相比, 以异常的持续时间作为编码依据, 可以在更大程度反映异常的演变过程, 利于提取不同时间进程的前兆异常信息. 为了更贴近方法本身的物理意义, 也为了避免由于编码简单划一造成的异常信息的埋没, 我们采用了阈值划分异常, 区分出高值异常和低值异常两类参数, 再用异常持续时间进行编码. 实际上这样得出的规则预报效能也较好.

在学习样本中, 将有限的 98 条 4~6 级地震样本作适当的合并, 将其作为初始规则的一部分, 可以保证得出的规则覆盖所有的震例. 但这样的初始规则虽然学习的对应率初始即可达到 95% 以上, 然检验的对应率实际是很低的, 往往不到 1%. 而我们研究分类系统的目的, 是希望通过分类系统规则的学习找到可对未来各级地震作出较好预测的规则. 遗传算法在实现这一目标上发挥着重要作用, 可以帮助我们找到二者的平衡点, 使其既具有很高的学习对应率, 又具有较高的检验预报对应率. 经过对比试算, 上述方法无论在程序运算的时间上, 迭代的次数上, 遗传算法作用周期上, 还是规则层次结构的多样性上, 都明显优于任意给定的初始规则.

基于遗传算法的地震短期综合预报系统研究思路和方法, 不仅对测震学方法的综合是可行的, 同样也适于前兆观测资料, 分类系统可以将二者有机地结合起来以实现真正意义上的地震短期综合预测. 此项工作将逐步进行. 应用研究表明, 基于遗传算法的地震短期综合预报分类系统通过在较为广泛的范围内进行搜索, 对人们以往难以考虑周全的各种参数值可能出现的情况组合经过优化学习, 得出了以不同适应度表示的具有不同层次结构的地震预报规则集, 可取得较好的短期预报效果.

应该引起注意的是, 遗传算法是一种通过经验而学习的智能方法, 当已有的经验多得无所适从或缺乏经验时, 就难于找出可靠的规则. 这是给出通配符规则的原因. 当研究区地震活动规律较强, 地震前兆重现性较好时, 预报规则的可靠性较大, 反之较低. 解决的办法是适当扩大研究区, 增加有震样本.

感谢中国地震局分析预报研究中心陈棋福研究员提供遗传算法软件.

表 5 规则学习效能评价(1971 年 5 月~1996 年 4 月)

震级区间	震级代码	n_1	n_2	n_3	n_3/n_2	n_3/n_1
<4.0	00	202	209	202	0.97	1.00
4.0~4.9	01	76	75	66	0.88	0.87
5.0~5.9	10	19	19	19	1.00	1.00
6.0~6.9	11	3	3	3	1.00	1.00
合计		300	300	290	0.97	

表 6 规则检验效能评价(1996 年 5 月~2002 年 2 月)

震级区间	震级代码	n_1	n_2	n_3	n_3/n_2	n_3/n_1
<4.0	00	58	62	58	0.94	1.00
4.0~4.9	01	9	5	5	1.00	0.56
5.0~5.9	10	3	3	3	1.00	1.00
6.0~6.9	11	0	0	0	0.00	0.00
合计		70	70	66	0.94	

n_1 : 实际地震样本数; n_2 : 规则预测的地震数; n_3 : 规则预测地震与实际地震相符的个数; n_3/n_2 : 规则预测地震的对应率, $1 - n_3/n_2$ 为规则虚报率; n_3/n_1 : 地震对应率, $1 - n_3/n_1$ 为地震漏报率.

[参考文献]

[1] 庄昆元, 王炜, 黄冰树, 等. 地震预报专家系统 ESEP/PC[M]. 北京: 地震出版社, 1990.
 [2] 朱令人, 周仕勇, 邓传玲. 地震综合预报的新方法—投影寻踪回归[J]. 地震学报, 1994, 16(增刊): 1—9.
 [3] 蔡煜东, 甘俊人, 姚林声. 人工神经网络在地震综合预报中的应用[J]. 地震学报, 1993, 15(2): 257—260.

- [4] Holland J. Genetic algorithms[J]. Scientific American, 1992, 267: 44—50.
- [5] Stephanie F. Genetic algorithms: Principles of nature selection applied to computation[J]. Science, 1993, 261: 872—878.
- [6] 石耀霖. 遗传算法在地球物理中的应用[J]. 地球物理学报, 1992, 35(增刊): 361—371.
- [7] 石耀霖, 金文. 面波频散反演地球内部结果的遗传算法[J]. 地球物理学报, 1995, 38(2): 189—198.
- [8] 师学明, 王家映, 张胜业, 等. 多尺度逐次逼近遗传算法反演大地电磁资料[J]. 地球物理学报, 2000, 43(1): 122—130.
- [9] 万永革, 李清河, 李鸿吉, 等. 用遗传算法确定三维横向不均介质中的近震震源位置[J]. 西北地震学报, 1997, 19(2): 7—14.
- [10] 周民都, 张元生, 张树勋. 遗传算法在地震定位中的应用[J]. 西北地震学报, 1999, 21(2): 167—171.
- [11] 陈国良, 王煦法, 庄镇泉, 等. 遗传算法及其应用[M]. 人民邮电出版社, 1996.
- [12] 陈棋福, 石耀霖, 王慧敏. 应用遗传算法建立地震预报分类体系初探[J]. 地震, 1994, 6(6): 40—47.
- [13] 陈棋福, 石耀霖. 基于遗传算法的分类体系在地震预报中的应用探索[J]. 地球物理学报, 1997, 40(4): 539—549.
- [14] 李莹甄, 龙海英. 应用遗传算法研究新疆北天山地震带地震预报规则[J]. 内陆地震, 2001, 15(4): 338—345.

STUDY ON THE CLASSIFYING SYSTEM OF SHORT-TERM COMPREHENSIVE EARTHQUAKE PREDICTION BASED ON THE GENETIC ALGORITHMS

Li Ying-zhen, Wang Hai-tao, Long Hai-ying, Wang Qiong
*(Seismological Bureau of Xinjiang Uygur Autonomous
 Region, Xinjiang Urumqi 830011, China)*

Abstract: The genetic algorithms classifier and principle of classifying system of earthquake prediction based on the genetic algorithms is briefly introduced. The method to design the classifying system of short-term comprehensive earthquake prediction based on the genetic algorithms is developed. In the method the genetic algorithms is used as the tool to optimize the prediction rules, the lasting times of abnormality is assigned as the codes; the prediction period is three months; and the seismicity is combined with many precursor methods to predict earthquake. As an example, the method is used in North Tianshan seismic zone with multiple parameters. The preliminary calculating result shows that the method has higher self-study correctness and higher ability of testing and predicting.

Key word: Genetic algorithms; Classifying system; Short-term comprehensive earthquake prediction