围最广.

上述分析表明,沉积物磁组构参数及组合特征与其沉积动力类型及动力沉积特征有明显对应关系. P, F 量值高而稳定, q 值远小于 0.5,且变化小,在磁组构参数关系图上,样品数据点集中分布于 P, F 的高值区, q 的低值区,表明沉积动力强而稳定,正常重力分异作用下的沉积过程占主导地位,指示强动力条件下的水成沉积. P, F, L 量值低,变化小, q 平均值小于 0.5,但量值变化较大,在磁组构参数关系图上,样品数据点集中分布于坐标原点附近的有限区域,说明沉积动力弱而稳定,事件性沉积时有发生,为风成沉积. P, F, L, q 量值变化范围较大,在磁组构参数关系图上,样品数据点分布范围很广,指示沉积动力强度变化范围较大,沉积过程稳定状况变化范围广的水成沉积环境,如潮坪. 已根据这种对应关系确证了长江三角洲地区晚第四纪古土壤的母质为河漫滩沉积(将另文发表). 因此,沉积物磁组构受控于沉积动力类型及动力沉积特征,磁组构测试是判断沉积环境的便捷、有效手段.

致谢　张家强博士参加了河漫滩样品的取样工作,中国科学院南京地理与湖泊研究所王苏民研究员、郑长苏先生、南京师范大学李立文教授为作者采集下蜀土样品提供了重要信息, 在此一并表示衷心感谢. 本工作为国家自然科学基金(批准号:49676288, 29476280)资助项目.

参 考 文 献

1 刘秀铭, 许同春, 刘东生. 中国黄土磁化率各向异性与成因及其对第四纪研究的意义. 中国科学, B 辑, 1989(4): 441～448
2 丛友滋, 韩国忠, 李从先, 等. 泥质潮坪磁组构特征及其意义研究. 海洋地质与第四纪地质, 1997, 17(1): 13～16
3 刘宝柱, 李从先, 业治铮, 等. 沉积磁组构特征在长江三角洲地区晚第四纪古土壤研究中的应用. 海洋地质与第四纪地质, 1994, 14(2): 55～62
4 Jelinek V. The statistical theory of measuring anisotropy of magnetic susceptibility of rocks and its application. Geofyzika Brno, 1972. 88
5 Hrouda F. Magnetic anisotropy of rocks and its application in geology and geophysics. Geophysical Surveys, 1982, 5: 37～82
6 吴标云. 南京下蜀黄土沉积特征研究. 海洋地质与第四纪地质, 1985, 5(2): 113～123

(1997-06-24 收稿,1997-10-10 收修改稿)

新疆伽师强震群过程中加卸载响应比变化特征

王海涛[①③④]　彭克银[②③]　张永仙[②③]　王裕仓[③④]　尹祥础[②④]
(①新疆地震局, 乌鲁木齐 830011; ②国家地震局分析预报中心, 北京 100036; ③国家地震局地球物理研究所, 北京 100081; ④中国科学院力学研究所 LNM, 北京 100080)

摘要　将加卸载响应比理论应用于新疆伽师地震序列,发现在序列中较大地震(M ≥5)前,均出现加卸载响应比高值异常. 这说明在一定条件下,加卸载响应比理论可应用于地震短期预测,尤其是发生中强地震后,地震序列的早期判断. 伽师地震序列的预报实践,再一次说明了这种可能性.

关键词　新疆伽师震群　加卸载响应比　地震序列　地震中短期预测

一个中强地震发生后,最迫切需要解决的问题是地震序列的早期判断,即尽快(几天内)回

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

答:该地区近期是否会发生更大的地震或差不多大小的地震,还是属于主余震型,即只可能发生比主震小得多的余震.

新疆伽师强震群始于 1997 年 1 月 21 日 09 时 47 分的 Ms = 6.4 级地震(震中位置:北纬 39.6°,东经 76.9°). 截止 1997 年 5 月 31 日,发生 6 级以上地震 7 次,ML ≥1.0 级以上地震 5480 次,最大为 1997 年 4 月 11 日 6.6 级地震. 同一地区短期内发生如此多的强烈地震是极为少见的,因而引起地学界的广泛关注.

伽师震群的衰减特征极其复杂,一般常规大震序列分析方法的应用遇到一定的困难. 利用新疆喀什地震台记录到的震群序列资料,跟踪强震群发展过程中加卸载响应比的变化特征,尝试将加卸载响应比理论应用于震后趋势判断. 研究发现,在震群中较大地震发生前,多出现加卸载响应比高值异常. 实际工作中,曾据此在部分地震前提出了成功的短临预报意见.

1 方法及资料的选取与处理

加卸载响应比理论[1~4]提出了一个能够定量反映非线性系统不稳定程度的新参数——加卸载响应比 Y. 定义如下:

$$Y = \frac{X_+}{X_-}, \tag{1}$$

式中 X_+ 和 X_- 分别代表系统在承受加载和卸载时段的响应率. 当系统处于稳定状态时,加载和卸载阶段的的响应率大致相当,因而 Y 在 1 附近波动变化;当系统逐渐趋于失稳时,加载响应率逐渐大于卸载响应率,Y 随之增大,当系统失稳时,Y 趋近于 ∞.

将日月引潮力在岩石圈中引起的应力作为加载与卸载的手段,能够反映系统失稳过程的地形变、重力及地下流体等地球物理参量,均可以取为"响应"量. 而以所研究区域发生的地震的能量 E 作为响应,在目前研究和应用得最为充分. 原因在于它们既直接携带了震源区的孕震信息,而资料又易于获取. 以地震能量 E 作为响应量的加卸载响应比的具体算法是:

$$Y = \left(\sum_{i=1}^{n_+} E_i^m\right)_+ \Big/ \left(\sum_{i=1}^{n_-} E_i^m\right)_-, \tag{2}$$

式中"+"表示加载,"-"表示卸载,下标"i"表示各个地震. 幂次 m 则可取为 0, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$ 和 1 等. 本文取 $m = \frac{1}{2}$ 进行实际资料的加卸载响应比计算.

加卸载响应比理论作为一种新的地震预报方法,近年来用多种类型的资料进行了检验,并已应用于地震预报实践,取得了一些较好的结果[2,4].

2 伽师强震群发生前背景异常分析

取震中附近 2°×2°区域的地震目录,以 1 年为时间窗,2 个月为步长进行了自 1990 年至本次强震群发生前加卸载响应比的计算(图 1).

由图 1 易见,1990 年至 1994 年 11 月,Y 值在低水平上波动. 从 1994 年底起,Y 值开始出现高值异常,异常持续近 1 年,结果于 1996 年 3 月在距伽师震区约 40 km 处的阿图什发生 Ms = 6.9 级地震. 地震发生后,Y 值仍持续居高不下. 这种异常变化形态与 1994 年北部湾 6.1 和 6.2 级地震前后的 Y 值变化相类似. 这可能表明,前一组地震发生后的高 Y 值持续异常,在一定程度上反映出孕震系统及附近地质块体的非稳定状态继续存在或加剧,此时高 Y

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

值变化可能预示着另一次或另一组强震的发生. 因此,伽师强震群发生前,区域加卸载响应比异常是明显的.

3 伽师强震群加卸载响应比跟踪计算

伽师强震群开始活动后,序列衰减过程起伏较大. 尽管在实际震情跟踪分析工作中利用 h 值、b 值和地震波参数等常规方法于部分较大地震前发现一些异常变化,但对整个序列过程分析来说还不能令人满意.

为系统分析加卸载响应比在震群发展过程中的变化特征,模拟实时跟踪的形式,逐段滑动计算 Y 值. 以 5 d 为时间窗,2 d 为步长, Y 值随时间的进程曲线如图 2.

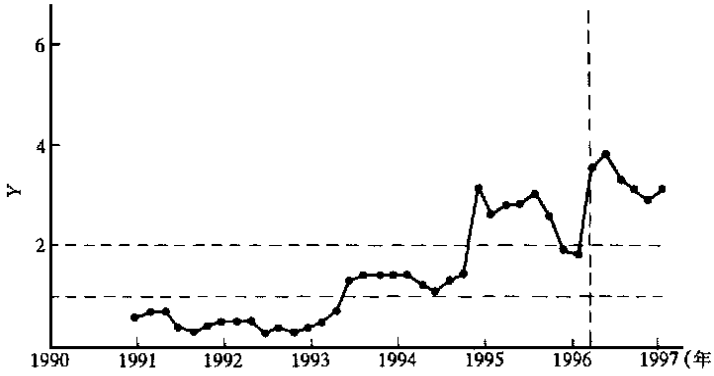

图 1　伽师强震群前区域加卸载响应比(Y)的变化

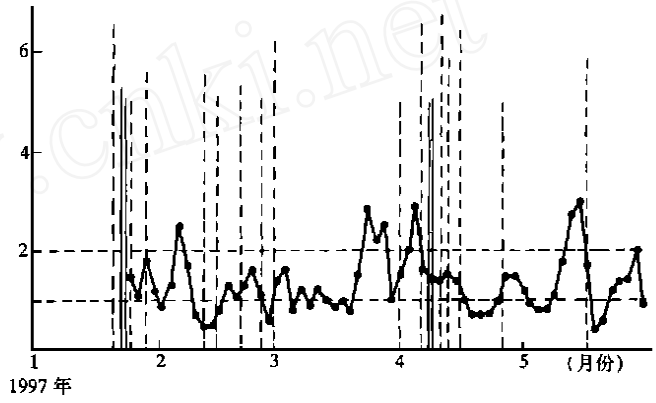

图 2　伽师强震群加卸载响应比时间进程曲线

图中的竖线表示地震,虚线表示 1 次地震,实线表示 1 d 内发生 2 次以上地震. 纵坐标既表示响应比 Y 的值,又表示地震的震级

由图 2 可知,在 1 月 21 日 Ms = 6.4 级地震发生后,不象通常的主余震型地震序列那样,其 Y 值迅速降低至 1 左右,而是在长达 4～5 个月的时段内, Y 值剧涨剧落,形成多个高峰. 而这一时段内的地震实况是:1 月 21 日后又多次发生强震,且最大震级超过 6.4 级,形成罕见的伽师强震群,这与该时段内 $Y(t)$ 的总体特征是匹配的.

再仔细分析图 2, $Y > 2$ 的高峰共有 4 个,与此相对应,每一个高峰在其峰后几天内均发生了 1 个或多个 $M \geq 5$ 的地震. 而在其他时段,则基本上未发生 $M \geq 5$ 的余震.

综合上述分析研究,加卸载响应比在伽师强震群发展过程中显示了有效的异常信息. 加卸载响应比高值变化一般出现在较大地震前几天. 也就是说,强地震发生后,如再次出现加卸载响应比的高峰,则在几天内再次发生强震的几率很大.

近来,国际地震学界对地震预报进行了广泛的讨论. 虽然在全世界范围内地震预报的研究已有几十年历史,但至今在短临预报方面未取得突破性的进展. 因而不少西方地震学家对此持悲观态度,少数人认为:在现阶段,要作出时间精度为几天的短期预报是很困难的. 中国的地震学家通过几十年的努力,正朝着这一目标迈着缓慢但又坚实的步伐不断前进. 本文关于伽师震群加卸载响应比变化特征的研究,从一个侧面可以作为这个历史进程的注记.

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

致谢 本工作为国家科委“九五”重点课题、国家自然科学基金(批准号: 19732006)及中国科学院力学研究所非线性力学开放实验室(LNM)资助项目.

参 考 文 献

1 尹祥础,尹 灿. 非线性系统的失稳前兆与地震预测. 中国科学, B 辑,1991(5):512～518
2 Инн Ксянчу(尹祥础). Новый под к прогнозу землетрясений Природа, 1993(1):21～27
3 Xiang-chu Yin, Can Yin, Xue-zhong Chen. The precursor of instability for nonlinear systems and lts application to earthquake prediction ——the load- unload response ratio theory. non-linear dynamics and predictability of geophysical phenomena. AGU, 1993, 83: 55～60
4 Xiang-chu Yin, Xue-zhong Chen, Zhi-ping Song, et al. A new approach to earthquake prediction-the load/ unload response ratio (LURR) theory. Pageoph, 1995(3/4): 701～715

(1997-07-07 收稿,1998-03-02 收修改稿)

理论势函数的网络表示研究

瞿丽曼 曹晓卫 刘洪霖*
(中国科学院上海冶金研究所,上海 200050. *联系人)

摘要 提出用网络表示理论势函数的模型. 用量子化学从头计算方法计算熔盐体系离子间势,用 Born-Mayer-Huggins 经验势函数表达网络势的物理意义,用反传人工神经网络校正经验势近似,表达其偏差部分. 初步结果表明理论势函数网络可供熔盐体系计算机模拟参考.

关键词 势函数 人工神经网络 计算机模拟 量子化学

描述粒子间相互作用的势函数,是理论化学的重要研究课题. 应用计算机模拟方法研究熔盐体系微观结构时,势函数是模拟成败的关键. 遗憾的是,至今所有熔盐体系的计算机模拟都采用含有若干可调参数、形式各异的经验势函数. 由于实际体系的复杂性,经验公式难免考虑不周,捉襟见肘. 量子化学从头计算方法可以提供粒子间相互作用势,只是这些势只对应某一距离的离散的势能数值,难于寻找到一个合适的函数形式来精确地拟合. 近年来,随着人工神经网络算法的发展,任何非线性连续函数都可以用适当隐节点的网络来拟合. 自然可以尝试用神经网络来表示势函数. 然而人工神经网络没有物理意义,同时,又易于出现过拟合现象. 鉴此,参考化学计量学的“化学网络”概念[1],本文提出一种具有物理意义的且可防止过拟合的“理论势函数网络(TPFN)”模型,用以表示粒子间的相互作用;并介绍用以拟合 NaCl 体系从头计算离散势的初步结果.

1 原理

熔盐计算机模拟大多采用 Born-Mayer-Huggins(BMH)势

$$U_{ij}(R) = Q_iQ_j/R + A_{ij}\exp[B_{ij}(\sigma_{ij} - R)] + C/R^6 + D/R^8, \quad (1)$$

上式右边第一项为离子 i, j 之间库仑势,第二项为非库仑势的排斥项,第三、四项为色散作用势. 式中 R 为离子间距,σ 为两离子半径和,Q 为离子电荷,A, B, C, D 为与离子种类有关的

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net