

文章编号: 1007-4619 (2004)04-0349-07

资料误差对大尺度 NDVI-气温关系的影响

龚道溢, 何学兆

(北京师范大学 资源学院, 环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875)

摘要: 大量研究利用 Pathfinder AVHRR-NDVI 资料分析植被状况与气温、降水等气候要素之间的关系。许多分析指出 Pathfinder 资料包含误差, 并分析这些资料误差对大尺度 NDVI-气温耦合关系检测结果的影响。利用奇异值分解方法(SVD), 通过比较不同 NDVI 资料误差情况下北半球春季 NDVI 对气温变化响应的时空特征的差异, 对资料误差造成的分析结果的可靠性进行判断。考虑了 4 种误差形式, 分别是不同强度的连续误差、不连续误差、强火山喷发造成的误差及趋势误差。分析结果表明, 利用 SVD 分析大尺度的 NDVI-气温耦合特征时, 允许的 NDVI 资料误差的最大上限阈值大致在 0.5σ 左右。Pathfinder AVHRR-NDVI 原始资料包含的误差很可能低于此阈值, 得到的分析结果有较高的可信度。此外, 在不知道 NDVI 原始资料误差的情况下进行植被对气候变化响应的检测时, 可以借鉴此方法对结果的可靠性进行检查和验证。

关键词: NDVI; 误差; 气温

中图分类号: P407/TP79

文献标识码: A

1 引言

大量研究利用 Pathfinder AVHRR-NDVI 资料^[1]来分析植被-气候变化之间的关系。不过许多研究也发现由于云、火山喷发、卫星轨道漂移、传感器更替等原因造成其 NDVI 资料包含误差。一些研究从技术上或方法上对其误差进行订正^[2,3]。需要指出的是, 任何一种订正只能在某种程度上改善资料的质量而不能完全消除误差。也有很多研究是直接利用 Pathfinder 原始资料来分析植被状况对气候变化的响应, 这其中一个是需要考虑的关键问题是资料误差对分析结果的可能影响有多大。文献[4]根据 $1^\circ \times 1^\circ$ 分辨率的 NDVI 资料及北半球地面温度资料, 利用奇异值分解(singular value decomposition, SVD)^[5]方法分析了北半球春季 NDVI 对大尺度气温变化响应的时空特征, 发现前几对主要耦合模态有很好的物理意义, 每一对模态受某个或多个大尺度气候指标(如南方涛动/厄尔尼诺、北大西洋涛动等)的显著影响。文献[4]还讨论了 Pathfinder AVHRR-NDVI 的长期变化, 并和其它资料的结果做了简单比较^[6], 也是直接使用 NDVI 原始资料进行分析, 并没有预先进

行误差趋势订正处理。

本文的目的是分析不同类型和强度的随机误差及系统误差情况下, 利用 SVD 方法分析 NDVI 对大尺度温度变化响应检测结果的可靠性和显著性。主要涉及几个问题: 即分析结果在多大程度上受资料误差的影响? 为得到可靠的分析结果允许的最大误差阈值有多大? 在不知道资料误差的情况下, 如何判断结果的可靠性?

使用的资料主要是 $1^\circ \times 1^\circ$ 分辨率的月 Pathfinder AVHRR-NDVI 资料(资料下载网址是 <http://eosdata.gsfc.nasa.gov>), 原始资料经过大气订正等处理, 具体技术细节可参考文献[1]和[7]。与文献[4]一样, 也只用春季(4-5月份)。温度资料是根据地面台站观测记录整理的全球格点资料, $5^\circ \times 5^\circ$ 分辨率, 这套数据也是 IPCC 报告采用的基本资料之一, 下载网址是: <http://www.cru.uea.ac.uk/data>。温度数据的处理过程和原始来源可参考文献[8]和[9]。

2 分析方法

这里不比较资料订正与否所得到的结果的差别, 而是从另外一个侧面分析原始 NDVI 资料包含

收稿日期: 2003-01-05; 修回日期: 2003-02-28

基金项目: 霍英东教育基金(81014)及国家重点基础研究发展规划项目(G2000018604)资助。

作者简介: 龚道溢(1969—), 男, 副教授。从事气候变化及其影响研究, 发表论文 70 余篇。

的误差是否影响分析结果,以及误差达到多大的量级会改变分析结果的性质。使用的方法是在 NDVI 原始资料上人为叠加随机误差,再与原始资料分析结果进行比较。这里考虑 4 种形式的误差。

(1) 考虑整个 NDVI 资料有连续的误差,分析不同强度的误差对 NDVI-气温时空耦合特征的可能影响。

(2) 考虑由于卫星的更替及轨道漂移等,可能造成不同时段的不连续误差。分析这种不连续的随机误差对结果的影响。

(3) 一些突发性的火山喷发,造成大量悬浮气溶胶,对遥感资料的精度造成较大影响。近几十年来全球很多大的火山喷发主要集中在热带地区,对低纬度地区的影响最为明显,如 1991 年 Pinatubo 及 1982 年的 El Chichon 火山喷发。表示火山喷发强度的度量指标之一是火山尘幕指数(DVI),DVI 值越高表示喷发到大气中的气溶胶越多。1991 年 6 月 Pinatubo 火山喷发的 DVI 是 1000,1982 年 3—4 月 El Chichon 喷发也达到了 800。这些火山喷发对遥感测得的低纬度地区植被指数质量有明显影响^[6]。为了检查这些突发性的强火山喷发对 NDVI-温度关系分析结果的可能影响,选择一个正常年份,对这一年的 NDVI 资料人为叠加随机误差,再与不加误差时的结果进行比较,以检查火山喷发带来的误差对结果的影响程度。

(4) 由于系统误差,造成 NDVI 资料可能包含虚假的线性趋势。要检查误差趋势对分析结果的影响,最好的方法是先将误差趋势和真实趋势分离开。不过目前要做到这一点还很困难。这里我们仅仅从另外一个侧面做些初步分析,即人为将 NDVI 中包含的所有趋势去掉后进行分析,如此检验趋势的有无对分析结果的影响。

采用与文献[4]一样的分析手段,即 SVD 分析方法,此方法可以检测出两个变量之间相关最大的信号,即 NDVI 对温度变化响应的最显著的空间特征及时间变化。温度和 NDVI 资料首先处理为距平,求其协方差矩阵,再对协方差阵进行 SVD 分解,得到耦合最强的空间模态及对应的时间系数。计算算法、基本原理及物理意义的解释请参阅文献[5]。

3 结 果

3.1 不同强度误差的影响

首先分析不同强度的连续误差对分析结果的可

能影响。取出一个格点的春季 NDVI 距平序列,1982—2000 年共 19 年,计算标准差 σ 。用随机数发生器产生 19 个随机数,当成一个时间序列,标准化处理,使得处理后的随机数序列的标准差是观测的 NDVI 序列标准差的 x 倍,再将这个随机数序列与观测序列相加。所有格点重复相同步骤。也就是说这个 NDVI 资料人为地加上随机误差,误差的强度是 x 倍 σ 。当然,这里 x 越大就表示随机噪音或者误差越大。将噪音“污染”后的 NDVI 资料与气温距平资料矩阵相乘,得到协方差阵,对协方差阵进行 SVD 分解,得到对应的耦合模态及每对模态相应的时间系数。这样得到的前几对模态及时间系数就是在 NDVI 包含 x 倍 σ 误差的情况下,检测到的 NDVI 对大尺度温度变化响应的主要空间特征及年际变化。为比较,这里依次取误差强度 x 从 0.2 到 2 不等,这样与原始资料(即误差为 0σ)分析结果比较,就可以看出这些不同强度的误差到底会产生多大的影响,以及当误差增加到多大程度会得到与原始资料显著不同的结果。

表 1 中列出了 NDVI 和温度 SVD 分析得到的前 5 对模态的解释率及总和。原始资料分析得到的结果中,每对模态都有一定的物理意义,前两对模态分别是大陆尺度的变化,其余模态则反映区域尺度的变化。每对模态变化中心的 NDVI 与温度相关最强,即中心区的 NDVI 对温度响应最强,而温度的年际变率中有很大部分受大尺度大气环流变化的影响,体现了区域气候和植被与全球气候变化的联系。具体细节和分析可参考文献[4]。这里的结果与原始资料结果进行比较,从中可以检查不同强度误差对 NDVI-气温耦合信号强度的影响。随着资料误差的增加,前 5 对模态总的解释率随之下降,当误差达到原始值标准差的一半时,下降约 3%;当误差增加到 1σ 时,下降 7.8%,误差增加到 2σ 时,下降达 14%。因此,总的看,如果误差在 $0.5\sigma-0.6\sigma$,则误差对总的解释率造成的变化不突出。随误差的增加第 1 模态的解释率受到的影响最大,误差增加到 2σ 时,其解释率下降 13.4%,而第 2 模态的解释率下降较小,为 4.8%。这说明如果误差增加,各模态解释率的差别会缩小。因为通常情况下各模态解释率的差别越大,说明模态的显著性越高。

当然,SVD 分析结果的好坏可以从空间模态和相应的时间系数得到直观反映。表 2 给出了在不同误差情况下,NDVI 前 5 个模态与原始资料分析结果相对应的模态之间的相关系数。表中同时列出了

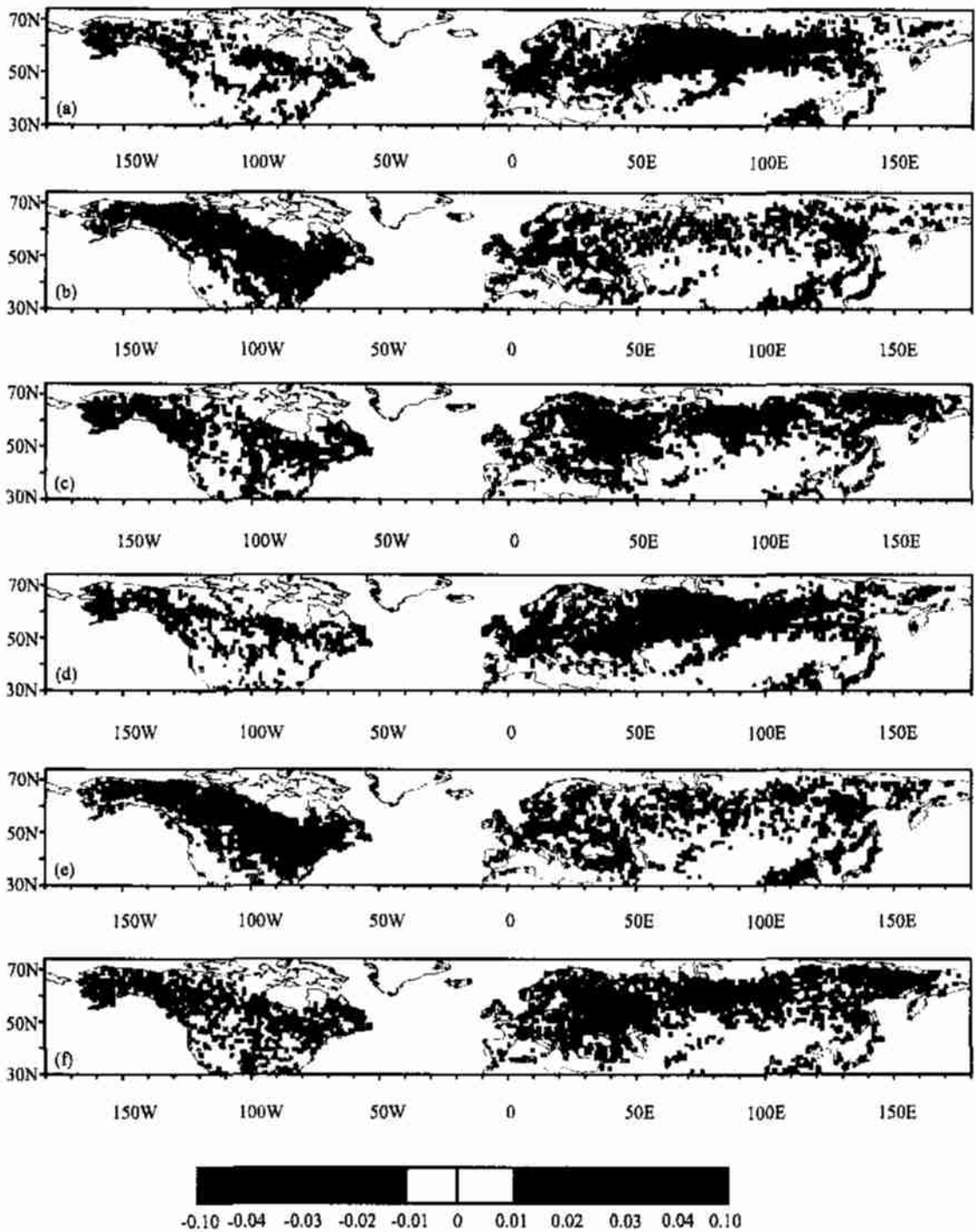


图 1 NDVI 和温度 SVD 分析得到的 NDVI 的前 3 个模态

NDVI 资料分别为叠加不同强度的随机误差。每一个格点的 NDVI 原始资料分别叠加 0.5σ 连续误差, 分析结果的前 3 个模态为 (a), (b), (c); 每一个格点的 NDVI 原始资料在 1982—1991 年和 1992—2000 年分别叠加 0.5σ 和 1σ 误差, 分析结果的前 3 个模态为 (d), (e), (f)

Fig. 1 The first three NDVI modes as revealed by SVD analysis

(a), (b), and (c) are the first three modes for the case of 0.5σ error superimposed on the original NDVI data sets; (d), (e), and (f) are the same but for the case of 0.5σ error added for the period 1982—1991 and 1.0σ error added for the period 1992—2000

表 1 气温与叠加不同强度误差的 NDVI 间 SVD 分析前 5 对模态协方差平方和的解释率

Table 1 Squared-covariance explained by the leading five SVD modes

模态	误 差/%									
	0σ	0.2σ	0.4σ	0.5σ	0.6σ	0.8σ	1σ	1.5σ	2σ	
1	42.6	42.3	40.8	39.9	39.1	37.4	35.2	31.5	29.2	
2	19.5	19.3	18.9	18.6	18.1	17.4	17.2	15.6	14.7	
3	10.3	10.2	10.4	10.5	10.5	10.4	10.8	10.9	11.0	
4	7.7	7.7	7.8	7.8	7.8	8.1	8.2	8.5	8.7	
5	5.0	5.1	5.1	5.4	5.5	5.8	5.9	6.9	7.4	
和	85.1	84.6	83.1	82.2	81.2	79.2	77.3	73.5	71.0	

空间模态的相关,以及时间系数的相关(原始资料分析的前几对空间模态分布特征请参考文献[4])。图 1 也给出了误差为 0.5σ 情况下的 NDVI 前 3 个模态,与原始资料分析结果相比,从分布的空间特征及异常中心的强度看不出明显差别。第 1 和第 2 模态都表现为大陆尺度的变化,中心分别在欧亚大陆内陆及北美大陆,第 3 模态则表现为多个区域性的中心。这些空间模态的特征与原始资料分析结果非常类似。计算空间模态与原始资料结果的空间相关系数(空间样本点为 8775 个),都在 0.9 以上。相应模态的时间系数与原始资料结果的相关也同在 0.9 以上(表 2)。

少而逐渐减少,但是当误差超过 0.5σ 后,第 5 模态的解释率反而上升,随后第 4 和第 3 模态也出现这种情况,如表 1 中折线所示。这说明随着误差的增加,模态的显著性是下降的。设想一种极端情况,误差如果大到完全掩盖了真实的 NDVI 变化的信号,那么没有一个模态是有物理意义的,则 SVD 分析的结果反应的就应该是随机噪音,因为没有真实的信号,所以总的解释率就应该是平均分配到这些模态中。因此,随误差的增加,结果逐渐向这种极端情况靠拢,即各模态间的解释率越来越接近。从一个侧面说明,误差为 0.5σ 的情况下,前 5 对模态显著性较高,而当误差增加到 0.6σ—0.8σ 以上时,则第 5 模态的可靠性大大下降,只有前 4 对模态受误差影响较小。根据这些结果,如果要分析前 5 对模态,那么 0.5σ 的误差很可能是允许的最大误差阈值。显然,要分析的模态越多,要得到可靠的结果,则允许原始资料中包含的误差阈值就越小。

3.2 不连续误差的影响

卫星轨道的漂移、卫星传感器的更替等都可能造成资料的不连续误差。为了检查这种不连续误差对分析结果的可能影响,这里人为地将 NDVI 资料分为 1982—1991 年及 1992—2000 年两段,每一段都分别叠加随机误差,但是两段时间的误差强度相差一倍,表 3 给出了 4 种不同的误差组合情况。如

表 2 叠加连续随机误差后的结果与原始资料分析结果的相关系数

Table 2 Correlations between results from original datasets and that from the continuous-error superimposed data sets

模态	误 差						
	0.2σ	0.4σ	0.6σ	0.8σ	1σ	1.5σ	2σ
1	0.9921	0.9688	0.9347 (0.9989)	0.8935 (0.9972)	0.8444 (0.9913)	0.7208 (0.9838)	0.6206 (0.9506)
2	0.9887	0.9548	0.9090 (0.9989)	0.8489 (0.9973)	0.7968 (0.9942)	0.6443 (0.9792)	0.5252 (0.9576)
3	0.9849	0.9443	0.8863 (0.9969)	0.8164 (0.9965)	0.7510 (0.9793)	0.5825 (0.9526)	0.4722 (0.9429)
4	0.9854	0.9435	0.8865 (0.9954)	0.8151 (0.9885)	0.7451 (0.9763)	0.5683 (0.9144)	0.4455 (0.8979)
5	0.9796	0.9229	0.8321 (0.9720)	0.7590 (0.9697)	0.6708 (0.9507)	0.4721 (0.8498)	0.3945 (0.8633)

注:括号中是时间系数的相关,误差小于 0.6σ 的时间系数相关系数都在 0.99 以上,故未列出。

表 3 叠加不连续随机误差后与原始资料分析结果的相关系数(NDVI 空间模态及相应模态时间系数的相关系数;括号中是时间系数的相关)

Table 3 Correlations between results from original datasets and that from the discontinuous-error superimposed data sets. Shown as the spatial and temporal (in parentheses) correlations

模 态	误 差			
	0.2σ-0.4σ	0.4σ-0.8σ	0.5σ-1.0σ	1.0σ-2.0σ
1	0.9789	0.9241	0.8824	0.6695
	(0.9997)	(0.9953)	(0.9889)	(0.9213)
2	0.9683	0.8815	0.8227	0.5416
	(0.9996)	(0.9951)	(0.9882)	(0.9305)
3	0.9738	0.8855	0.8286	0.4551
	(0.9956)	(0.9536)	(0.9201)	(0.5767)
4	0.9596	0.8454	0.7674	0.3235
	(0.9975)	(0.9730)	(0.9502)	(0.5963)
5	0.9408	0.7984	0.7294	0.3306
	(0.9989)	(0.9818)	(0.9762)	(0.6489)

注:括号中是时间系数的相关。“0.2σ-0.4σ”表示 1982—1991 年误差为 0.2σ,1992—2000 年误差为 0.4σ,其余类推。

值得注意的是,从表 1 中还可以发现当误差逐渐增加时,模态的解释率开始是随总的解释率的减

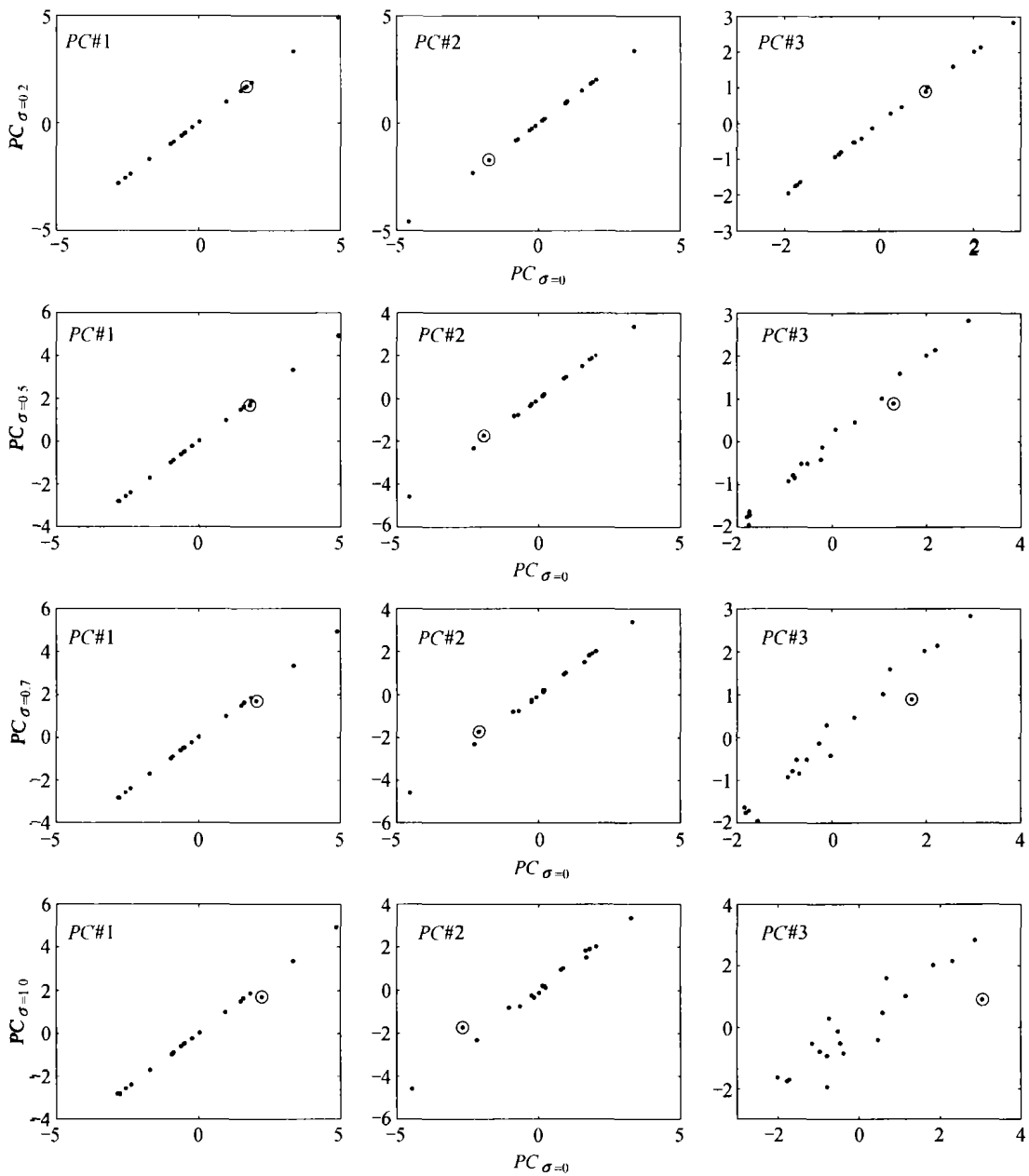


图 2 SVD 分析的 NDVI 时间系数的点聚图(均为原始资料与叠加误差后 SVD 分析结果的比较 (圆圈标出了试验的年份, 即 1991 年。都只给出前 3 个时间系数。横坐标为原始资料相应模态的时间系数值, 纵坐标为叠加误差后的时间系数值)

Fig. 2 Scatter plots for SVD time coefficients between the results from original data sets and that from the error contaminated data

(Horizontal axes are for original data sets, and the vertical axes are for error-contaminated data sets. Shown are the first to third coefficient. The year 1991, in which the errors are added on the original NDVI, is circled)

果最大误差在 0.5σ 以下, 则结果与原始资料之间高度一致, 不管是空间模态还是时间系数, 相关系数都在 0.94 以上。如果误差超过 0.5σ , 则相关系数下降比较明显。当误差超过 1.0σ 以上时, 空间相关系数下降了 $1/3$ 到 $2/3$ 左右。

3.3 火山喷发的影响

选择一个正常年份, 这里选择 1991 年春季, 分别在这年所有的格点上叠加不同强度的误差。这里也是先用随机函数生成一个给定标准差的误差序

列,从中随机选择一年,叠加到 1991 年的 NDVI 原始资料上。再进行 SVD 分析,这里主要检查 SVD 各模态的时间系数在 1991 年的变化和差别。图 2 给出了 NDVI 原始资料与气温 SVD 分析得到的 NDVI 前 3 个模态的时间系数,与叠加误差后分析得到的对应模态的时间系数的点聚图。当误差为 0.2σ 时,前 3 个模态 1991 年的时间系数并无明显差别,当误差增加到 0.5σ 时,前 2 个模态的时间系数也没有明显差别,但是第 3 个模态的时间系数则出现较明显的偏差。当误差增大到 0.7σ 时,前 3 个模态都出现了明显的差别,第 3 模态差别更为突出。超过 1.0σ 时,所有模态的误差都变得很显著。因此,如果火山喷发造成的 NDVI 资料误差在 0.5σ 以内,那么前面 3 个主要模态结果还是很稳定的,受到的影响并不显著。

另外,实际观测资料表明,火山喷发对低纬度的影响要大于高纬度地区。上面的试验中所有地区叠加的误差量级是相同的,这与实际情况存在出入。为更真实地反映火山喷发对不同纬度的影响,我们设计了另外一组试验,即中纬度地区($30^{\circ}-60^{\circ}\text{N}$)叠加误差取 0.5σ ,高纬度地区(60°N 以北)叠加误差取 0.3σ 。前 5 对模态的协方差解释率合计为 85.1%,与原始资料结果相似,各空间模态的相关系数都在 0.97 以上。时间系数与原始资料比较,与所有资料都叠加 0.5σ 误差的结果非常接近。如果改为中纬度取 1.0σ 误差,高纬度取 0.5σ 误差,则结果与所有地区都叠加 1.0σ 误差的结果类似。

3.4 系统误差的影响

除了上述几种形式的随机误差之外,NDVI 资料中还可能包含系统误差。主要表现为趋势。为了检验可能的误差趋势对分析结果的影响,我们将原始 NDVI 资料首先进行去趋势处理,得到的 NDVI 序列只有年际变化而没有长期趋势。再进行 SVD 分析。结果发现这样处理后并不明显影响前 5 对模态的空间特征。前 5 对模态的协方差解释率分别为 40.3%, 17.0%, 12.8%, 7.5% 和 6.0%, 合计为 83.6%,与原始资料的结果也比较接近。各模态与原始资料对应模态之间的空间相关系数很高,第 1 模态相关达 0.91,第 2 模态为 0.70,第 3 模态 0.92,第 4 模态 0.68,第 5 模态 0.72。考虑到空间样本点为 8775,这些相关系数说明了空间一致性是很高的。与此类似,相应的时间系数与原始资料结果间的相关系数分别为 0.75, 0.70, 0.90, 0.67 及 0.63。也达到 95% 的信度水平。这说明去掉趋势与否对

主要的时空特征影响不很突出。不过,进一步的检查发现原始资料第 1 模态的时间系数有显著的线性趋势,而这里的结果中,相应的时间系数则没有明显的趋势。第 2 模态也有类似的情况。这说明如果原始 NDVI 资料中包含有明显的误差趋势,那么对结果的时间变化特征是有显著影响的。当然,这里我们没有从原始 NDVI 资料中将误差趋势和真实趋势区分开。根据已有的分析判断,误差趋势可能比真实 NDVI 的趋势要小得多。有作者根据不同来源的 NDVI 资料(如经过比较系统误差订正的 GIMMS-NDVI 资料^[6,10])统计欧亚大陆及北美大陆平均 NDVI 的趋势,与用原始 Pathfinder AVHRR-NDVI 资料计算的结果非常一致。GIMMS-NDVI 资料计算的北半球春季平均 NDVI 趋势是 $11.6\%/10\text{a}$ ^[6],用 Pathfinder AVHRR-NDVI 资料计算的结果是 $10.6\%/10\text{a}$ ^[4],二者也很接近。这里 SVD 分析的前两个模态是大陆尺度的模态,分别反映亚洲大陆和北美大陆的植被状况,所以,其时间系数的线性趋势极有可能反映的是两个大陆 NDVI 真实的长期变化。因此,误差趋势与真实 NDVI 长期变化相比,对结果的影响可能并不重要。

4 结 论

不同误差形式的分析结果表明,如果误差控制在原始 NDVI 资料标准差的一半以下时,春季北半球 NDVI 和气温 SVD 分析的前几个模态的空间特征和时间变化特征对误差的敏感性较小,分析结果是稳定和可靠的。考虑到 NDVI 原始资料就已经包含了一定程度的误差,所以,实际上的误差应该比本文分析中所叠加的量要大一些。因此,即使是基于没有误差订正的 Pathfinder AVHRR NDVI 资料,利用 SVD 方法来进行气候变化影响及响应的研究,前几个模态的结果是有较高的可信度的。

分析表明利用 SVD 方法检测 Pathfinder AVHRR-NDVI 对温度变化的响应时,允许的 NDVI 资料误差的最大上限阈值为 0.5σ 左右,原始资料包含的误差应该没有超过这一阈值。此外,在不知道原始资料误差的情况下进行植被对气候变化响应的检测,也可以用本文类似的办法,通过人为增加误差来判断结果的可靠性以及确定可能的误差阈值。如果误差在允许的误差范围之内,则结果有较高的可信度。

需要指出的是,本文只是针对 SVD 分析方法进行讨论,从本质上看,SVD 方法是从 NDVI 和气温的

变化中,找出二者相关最强的部分。NDVI 虽然包含了误差,但是因为这种误差与气候的年际变化间并无必然联系,所以 NDVI 真正对气候变化的响应部分可以较好地检测出来。从这个方面看,SVD 方法本身对资料误差就有一定的稳健性。如果用其他方法如多元回归等来分析 NDVI 对气候变化的响应,对资料误差的敏感性可能会大一些,具体情况还需要进一步分析。

参考文献 (References)

- [1] James M E, Kalluri S N V. The Pathfinder AVHRR Land Data Set: An Improved Coarse-resolution Data Set for Terrestrial Monitoring [J]. *Int. J. Remote Sens.*, 1994, **15**: 3347—3364.
- [2] Los S O. Calibration Adjustment of the NOAA-AVHRR Normalized Difference Vegetation Index Without Recourse to Component Channel 1 and 2 Data [J]. *Int. J. Remote Sens.*, 1993, **14**: 1907—1917.
- [3] Los S O. Estimation of the Ratio of Sensor Degradation Between NOAA AVHRR Channel 1 and 2 from Monthly NDVI Composites [J]. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, 1998, **36**: 202—213.
- [4] Gong D Y, Shi P J, He X Z. Spatial Features of the Coupling Between Spring NDVI and Temperature over Northern Hemisphere [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2002, **57**(5): 505—514. [龚道溢, 史培军, 何学兆. 北半球春季植被 NDVI 对温度变化响应的空间差异[J]. *地理学报*, 2002, **57**(5): 505—514.]
- [5] Wallace J M, Smith C, Bretherton. Singular Value Decomposition of Wintertime Sea Surface Temperature and 500mb Height Anomalies [J]. *J. Climate*, 1992, **5**(6): 561—576.
- [6] Zhou L M, Tucker C J, Kaufmann R K, et al. Variations in Northern Vegetation Activity Inferred from Satellite Data of Vegetation Index During 1981 to 1999 [J]. *J. Geophys. Res.*, 2001, **106**(D17): 20069—20083
- [7] Agbu P A, M E James. The NOAA/NASA Pathfinder AVHRR Land Data Set User's Manual [R]. Goddard Distributed Active Archive Center, NASA, Goddard Space Flight Center, Greenbelt, 1994.
- [8] Jones P D. Hemispheric Surface Air Temperature Variations: a Reanalysis and an Update to 1993 [J]. *J. Climate*, 1994, **7**: 1794—1802.
- [9] Jones P D, New M, Parker D E, et al. Surface air Temperature and its Changes over the Past 150 Years [J]. *Reviews of Geophysics*, 1999, **37**(2): 173—199.
- [10] Boqiaert J L, Zhou L, Tucker C J, et al. Evidence for a Persistent and Extensive Greening Trend in Eurasia Inferred from Satellite Vegetation Index Data [J]. *J. Geophys. Res.*, 2002, **107**(D11), doi: 10.1029/2001JD001075.

Impact of Pathfinder AVHRR Data Error on the Large-scale NDVI/Temperature Coupling

GONG Dao-yi, HE Xue-zhao

(Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster, Institute of Resources Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: The pathfinder AVHRR NDVI data are widely used for analyzing the response of vegetation condition to climate change. However, the Pathfinder NDVI data sets contain a lot of random errors due to various factors such as cloud, aerosols, instrumental interruption and changes and so on. To what extent these errors can influence the results of NDVI/climate connections? In the present work, the authors analyzed the impacts of NDVI errors on NDVI/temperature coupling in spring, by using singular value composition analysis technique. Four kinds of errors are tested, including the continuous, discontinuous and volcanic errors, and the error trends as well. Results show that when the errors are less than half the original NDVI standard deviation the SVD spatial modes and temporal changes are stable and independent of the error. However, if the error gets larger, the results would be distorted apparently. Comparison experiments conducted in the present study suggest that the upper limit of potential errors for reasonable results is about 0.5 standard deviations of the original NDVI series. Actual errors are likely to be within this limit, thus the results from the original data are acceptable. In addition, the methods applied in the study can be applied to the similar research to test the significance and robustness of the results in case of unknowing how large the error is.

Key words: NDVI; error; temperature