

SURFER 软件在气象主分量分析中的应用

梁 亮

(金华市气象局, 浙江 金华 321000)

摘要:利用和开发 SURFER 软件的制图分析功能,对气象要素场主分量的分析结果进行图形显示,并且用 SCRIPTER 对整个制图分析过程编制程序,使整个分析和制图过程成为一个可控制的自动化流程。实例试运行的结果表明,所开发的在 SURFER 环境下运行的气象要素场主分量分析程序具有分析结果准确,操作简便,效率高的特点,有较大的实用价值。

关键词:主分量分析;SURFER;自动化流程

引 言

随着科技的发展,气象图形分析的手段也日新月异。气象图形显示需要计算机软件的辅助,而目前计算机制图的辅助在气象要素分析中是非常重要的。过去用的是 FORTRAN,但 FORTRAN 的制图能力实在令人不敢恭维,后来引进了 FORTRAN 环境下的 NCAR 制图软件,虽然其功能强大,但由于其工作环境是在 DOS 下,操作起来比较繁琐,效率不高。其他目前使用比较广的图形处理软件,如 AUTUCAD、FIREWORK、SURFER 等,都是商业软件,虽然其图形处理功能强大,但其并不是为气象上的图形分析所开发,因此我们可以通过对这类软件的功能进行二次开发,将其强大的图形显示和处理功能应用于气象学领域中。

本文选择 SURFER 作为开发的对象,在利用 SURFER 现有的功能的基础上,通过开发扩展其制图功能,将其用于气象要素场的时空特征分析中,并且编制在 SURFER 环境下运行的气象要素场的主分量分析程序,使得整个分析过程成为一个可控制的自动化流程。

1 SURFER 简介

由美国科罗拉多州黄金软件公司在 1993 年开发研制的图象制作及分析软件 SURFER^[1],其最新版本为 8.0,系统需求不高。SURFER 主要功能是进行面的分析和显示,可以制作等高线图、矢量图、地表图、三维网格图等,在地学的诸多领域里,如地质勘测、地形描述、地表绘制和水资源分布等方面有广泛的应用。

在 SURFER 中作图^[2],大致分为 4 个步骤:

(1)输入原始数据;(2)空间数据的内插分析;(3)制图;(4)添加辅助成分。

为了便于用户进一步开发和利用 SURFER 的制图和分析功能,SURFER 还带有脚本编辑器 SCRIPTER,其最新版本为 3.0,用于制图过程的自动化处理和分析,其所提供的语言是由类似于 VB 的语句以及加上自身所带的各类控制参数构成,开发程序的扩展名为[.BAS]。这使得 SURFER 的制图功能能够被更好的扩展延伸,以更强大的制图能力、灵活的界面操作、方便的与外界媒体连接,为不同的用户服务。

2 气象要素场的主分量分析方法

主分量分析方法是常用的进行气象要素场的时空特征分析的方法^[3~5]。

主分量具有以下性质:(1)各主分量的方差分别为原 P 个变量的协方差阵的特征值,不同的主分量彼此是无关的。(2)各主分量的方差贡献大小按矩阵 S (协方差阵)特征值大小顺序排列。(3) P 个主分量的总方差与原 P 个变量的总方差相等。

用主分量分析分解气象要素场的主要优点在于:第一,它没有固定的函数形式,它可以用前几个分量的时间函数和空间函数来反映场的主要特征;第二,它能在有限区域上对不规则分布的站点进行分解。这对于降水场,气温场的分布特别方便。它还可小区域的要素场分析及天气过程上使用。

主分量分析法在气象要素场的时空特征的分析中有着广泛的应用^[3]。Lorenz 最早把主分量分析应用到气象要素场,他对美国 64 个测站得的海平面气压场做主分量分析,发现在 64 个主分量中仅头 8 个分量以描述了该场总方差的 91%,说明用头 8 个分量就可以代替原 64 个变量,这样可以大为减少研究对象的数目。

利用主分量分析各层高度场的工作也有不少。这方面的实验有:Chaddock 分析了 500 hPa 高度场的日变化模式,在实验中使用协方差阵。从特征向量分析中,可以发现一些气候特点。例如赖元孝对 500 hPa 高度场中 80°N 、 70°N 、 60°N 、 50°N 、 40°N 、 30°N 的纬圈平均值作分析,发现头两个主分量累计量占总方差 70%。

对于降水场,林学椿、于淑秋对全国 160 个站 1951~1989 年汛期(6~8 月)降水距平百分比作经验正交函数展开^[4]。黄嘉佑对 1951~1985 年期间我国夏季气温及降水场做了主分量分析,选取了前三个分量作为显著的主分量^[5]。

3 SURFER 环境下气象要素场的主分量分析程序

如何通过开发 SURFER 的制图及分析功能,对气象要素场的主分量分析的结果以图形的形式输出,并利用 SCRIPTER 编制程序使整个制图分析过程自动化,是本文所要解决的问题。为了解决所提出的问题,用 FORTRAN 语言及 SCRIPTER 编辑器编制 SURFER 环境下气象要素场的主分量分析程序。以下对所开发程序的组成部分、流程及特点作一介绍。

3.1 程序组成部分

所开发的程序主要包括二个部分。

3.1.1 主分量分析

主分量分析程序由 FORTRAN 语言写成,用于进行气象要素场的时空特征的计算。

3.1.2 分析结果可视化

可视化程序(由 SELECT.BAS、COMBINE1.BAS、COMBINE.BAS 组成)利用 SURFER 所提供的 VB 语言写成,用于对主分量分析的结果(时空函数)进行图形显示。这两个部分通过 SURFER 提供的 SHELL 参数来连接,形成一个整体运行于 SURFER 的环境下。

3.2 程序流程(见图 1)

对图 1 所示的流程具体说明如下:

3.2.1 主分量分析

对气象要素场原始数据进行主分量分析有 3 种变量选择:原始变量、标准化变量、距平变量,选择哪种要看具体情况而定。气象要素场数据经过主分量分析输出特征向量(空间函数)、时间系数(时间函数)、主分量方差累积贡献、特征值和协方差矩阵。

3.2.2 数据接入

对于空间函数,用等值线图来表示,所以在输出主分量分析结果时,将表示原始数据站点的

经纬度加入到特征向量场中,使输出的特征向量场满足 SURFER 所要求的 XYZ 数据格式,第一列是经度,第二列是纬度,其余列为特征向量。

对于时间函数,用 XY 平面上的折线图表示,需要将要素场中的时间数据(年份)加入到时间函数场中,使输出的时间函数场满足 SURFER 所要求的 XYZ 格式,第一列是时间(年份),其余是时间系数。

3.2.3 分析结果可视化

根据前面所述的 SURFER 制图步骤对主分量分析结果进行可视化处理。根据主分量分析输出的方差贡献大小决定选取显著主分量的个数。

空间函数分布图是等值线图,首先将主分量分析出的空间数据进行内插,有多种插值方法供用户选择,把主分量分析输出的空间数据资料转化为经过网格化的格点数据,产生网格点文件,在程序中使用 griddate 命令完成这个步骤。然后程序中使用 addcontourmap 命令,产生等值线图,为了显示各站点的位置,用 addpostmap 命令添加格点分布图,使之迭加到等值线图上。除此之外,可对图面显示作些处理,如可改变等值线的性质(实线,虚线等)、颜色等,为画面添加说明、标题等,还可根据用户需要添加行政区域图或河流、山脉等辅助地理信息。

时间函数图是 XY 平面上的折线图,SURFER 中没有直接制作折线图的功能,所以只能通过间接的办法来制图:先用 postmap 在 Y(时间函数) - T(年份)平面上显示对应点的位置,然后用 polyline 连接平面上的各点。在程序中先使用 addpostmap 命令,设置 X 列为时间年份,Y 列为时间函数,产生 postmap 图。在 postmap 图的基础上,使用 addpolyline 命令,将各分布点按时间顺序连接,这一步操作时,由于 postmap 的坐标已定,而 addpolyline 是根据页面坐标绘制连接的,所以在绘制前,应通过数值运算将其坐标尺度与 postmap 图的坐标尺度转换一致,这样才能准确地将每个点之间用线相连,达到分析的目的。

3.3 程序特点

- (1) 以图形形式输出要素场主分量分析的结果,包括空间函数和时间函数;
- (2) 在空间函数分布图中能加入行政边界、河流、山脉等辅助地理信息,使使用者更加方便看出要素场的地理位置;
- (3) 充分利用 SURFER 提供的空间分析功能,如根据它提供的多种插值方法,使分析结果更加准确;

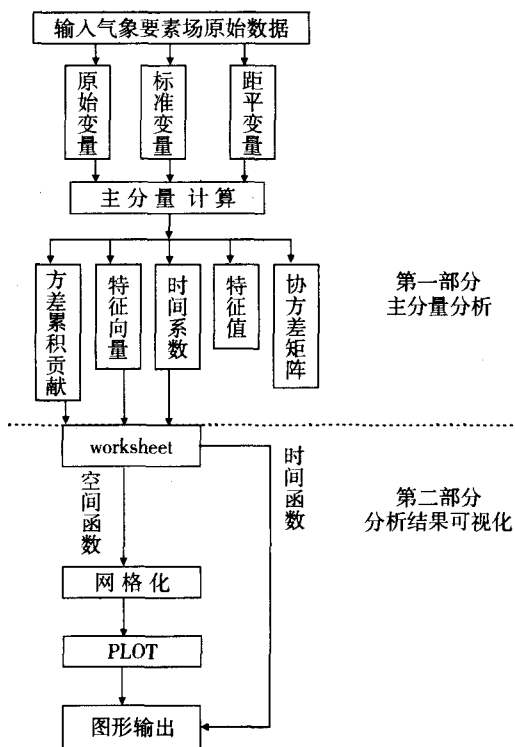


图 1 程序流程

(4) 运行自动化程度高,可控制性强,给用户的选择各类参数的自由度较大。

4 个例试运行

以华东地区 61 个站 38 年(1961~1998)的年降水总量场为例,对所开发的程序进行试运行。

原始数据输入到主分量分析(PCA.FOR)中时,为了消除空间变率的不均衡性,减少地区间的降水差异,主分量分析中选用的是标准化变量。主分量分析输出空间函数(特征向量 PPP.CVE)、时间函数(时间系数 TCO.DAT)、方差贡献(PPP.APR)。由方差贡献(表 1)中可看出,总共 61 个主分量中前 10 个主分量就占了该场总方差的 83.3%,说明用头 10 个主分量就可代替 61 个主分量对所研究场的时空特征进行分析,这就大大减少了变量研究数目。程序运行中,各类参数选择如下,内插法选用 Kriging 方法,加上行政区划图,主分量取前 3 个,作图方式选择连续作图。

表 1 前 10 个主分量方差累积贡献

主分量个数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
累积方差贡献	0.270	0.466	0.591	0.650	0.698	0.739	0.766	0.792	0.815	0.833

从第一特征向量分布图(图 2)上可看出,降水距平由南向北呈正负分布。降水负距平区出现在黄河以北地区,降水正距平区出现在黄河以南大片区域,反映了降水量场南多北少的空间分布特征。从时间函数上可看出第一主分量所反映的空间分布模式随时间的变化。

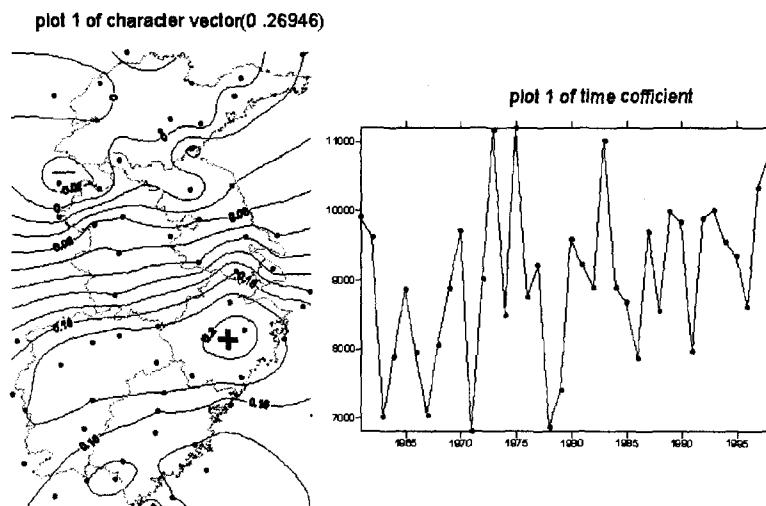


图 2 华东地区年降水量第一主分量时空函数分布图

从第二特征向量分布图(图 3)上可看出,降水距平由南向北呈负正分布,与第一主分量的分布相反,降水正距平区在 30°N 以北地区,30°N 以南地区为降水负距平区。从时间函数上可看出第二主分量所反映的空间分布模式随时间的变化。

从第三特征向量分布图(图 4)上看,降水距平由南向北呈正负正分布,降水负距平区在长

江中下游地区,降水正距平区在 33°N 以北以及华南地区。从时间函数上可看出第三主分量所反映的空间分布模式随时间的变化。

从以上三个分布图上看,华东降水场的纬向差异较明显,这与该地区季风雨带的季节性进退有关,分析结果与实际情况较为吻合。

plot 2 of character vector(0.46645)



plot 2 of time coefficient

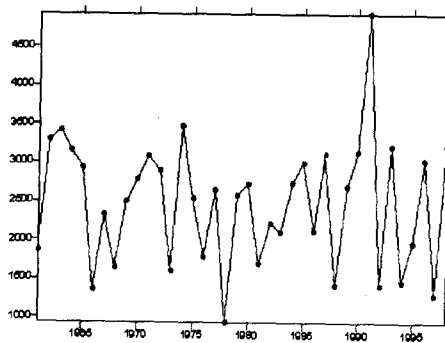
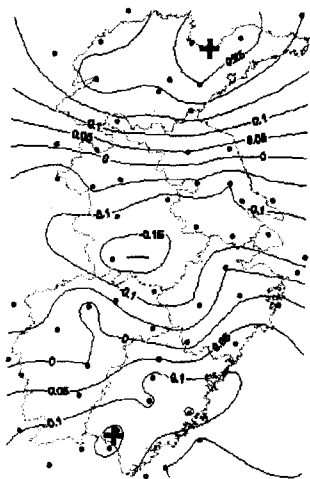


图 3 华东地区年降水量第二主分量时空函数分布图

plot 3 of character vector(0.59123)



plot 3 of time coefficient

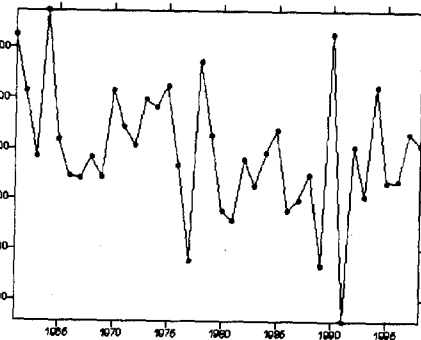


图 4 华东地区年降水量第三主分量时空函数分布图

5 结 语

这次试运行的结果说明,用 SURFER 进行气象要素场的时空特征分析,分析结果可信,操作简单,效率高,使预报员在对各种气象要素场进行诊断分析时能更加直观明了,在气象领域有很大的实用价值。

(下转第 37 页)

点前 45 分钟的观测等通过定时器实现声音和屏幕窗口的到时提醒,告诉值班员已到时间该观测了),备忘录功能(测报每天都有其他一些工作需要完成,如自记钟上弦、换湿球纱布、月初读酒精柱、编发农气旬报等,根据事前设置好的工作,每天都能在屏幕窗口提示值班员不要忘记),和“风向度数方位转换对应表”、“查看数据库记录”等功能。程序的界面如图 3。当风速较大、风向突变时,还可通过查看库资料气象要素变化,尤其是风向、风速的变化,再配合压、温、湿自记迹线变化来确定是否记飑,以及飑的开始时间。

表 2 2004 年 8 月 12 日夜里 0414 号台风造成的大风数据记录

日期	类别	时间	风向	风速	日期	类别	时间	风向	风速
40812	F8888	2042	54	184	40813	F4444	124	0	0
40812	F4444	2109	0	0	40813	F55555	144	0	0
40812	F99999	2140	12	209	40813	F99999	148	46	232
40812	F4444	2140	0	0	40813	F4444	217	0	0
40812	F55555	2200	0	0	40813	F55555	237	0	0
40812	F99999	2204	12	219	40813	F8888	247	66	195
40812	F99999	2205	12	270	40813	F99999	258	46	243
40812	F4444	2205	0	0	40813	F4444	302	0	0
40812	F55555	2225	0	0	40813	F55555	322	0	0
40812	F8888	2314	66	172	40813	F99999	326	66	235
40812	F99999	2333	12	215	40813	F4444	330	0	0
40812	F4444	2333	0	0	40813	F55555	350	0	0
40812	F55555	2353	0	0	40813	F8888	358	77	183
40812	F8888	9	57	199	40813	F99999	402	43	217
40812	F4444	9	0	0	40813	F4444	402	0	0
40812	F55555	29	0	0	40813	F55555	422	0	0
40813	F99999	39	46	201	40813	F8888	451	54	174
40813	F4444	41	0	0	40813	F99999	513	46	215
40813	F55555	101	0	0	40813	F4444	513	0	0
40813	F8888	105	43	170	40813	F55555	533	0	0

(上接第 33 页)

参考文献

- [1] Golden Software Surfer Product Description . www.goldsoftware.com
- [2] surfer help. 黄金软件公司
- [3] 黄嘉佑. 气象统计分析和预报. 气象出版社, 1996. 170 ~ 199
- [4] 林学椿, 于淑秋. 厄尔尼诺与我国汛期降水. 气象学报, 1993, 51(4)
- [5] 黄嘉佑. 我国夏季气温、降水场的时空特征分析. 大气科学, 1991, 15(3)