

NCAR 绘图软件在 Windows 下的编程

赵远东¹, 王盘兴²

(南京气象学院 1. 计算机科学与技术系; 2. 大气科学系, 南京 210044)

摘要: 介绍了 NCAR 绘图软件在 Windows 下的编程方法和具体实现, 解决了在科研绘图工作中遇到的一些实际问题。对在 Windows 下编程的静态链接和动态链接进行了分析和研究, 为 Fortran 程序员提供了在 Windows 下编程的基础。

关键词: Windows 平台, NCAR 绘图软件, Fortran 编程

中图分类号: TP317 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-2022(2001) 02-0269-06

目前, 气象学中有两种常用的计算机绘图方法: 一种是利用绘图工具, 按规定组织好资料数据, 使用图形显示软件, 即可获得所需图形, 如 GrADS 绘图工具^[1]; 另一种是采用编程的方式, 数据组织和格式的安排比较自由, 能按照编程者的意图来实现图形显示, 用得比较多的有 NCAR 绘图软件^[1]。

本文介绍运用 NCAR 绘图软件编制《基本气候统计方法检索系统》软件的建立过程, 及 NCAR 绘图软件在 Windows 下的编程。通过调用 NCAR 绘图软件显示图形, 可达到实时计算实时显示的效果。

1 NCAR 绘图软件建库

NCAR 绘图软件在 Windows 下可以有两种方式建库: 静态链接库和动态链接库^[2]。静态链接库的优点是, 链接后的目标码是独立的, 所有要用到的信息全建立在目标码中, 无需依赖其他软件; 其缺点是, 当库中的函数或子程序被修改时, 除静态链接库要重新链接外, 链接它的应用程序也要重新链接, 静态链接库不能被其他编程语言调用。动态链接库的优点是, 许多进程能同时使用一个动态链接库, 节省内存并减少了文件交换, 当库中的函数或子程序被修改时, 只要动态链接库要重新链接, 而链接它的应用程序不需要重新链接, 动态链接库可以被其他编程语言调用; 其缺点是, 当链接它的应用程序运行时, 必须依赖于动态链接库, 如果运行时没找到链接它的动态链接库, 则应用程序被终止而无法运行。

NCAR 绘图软件的源程序是用 Fortran 语言编制的, 对于 Fortran 的应用程序均可调用 NCAR 绘图软件的静态链接库或动态链接库; 而对于非 Fortran 的应用程序(如 Visual C⁺⁺、

收稿日期: 2000-11-21; 修订日期: 2001-02-26

基金项目: 国家“九五”气候攻关 96-908-04-07 专题

作者简介: 赵远东, 男, 1963 年 3 月生, 高级工程师

1) 郭品文, 刘宣飞. GrADS 气象绘图系统用户手册. 国家自然科学基金委员会地球科学部南京气象学院大气资料服务中心, 1998

Visual Basic 等) 或用混合编程语言(含 Fortran、Visual C⁺⁺、Visual Basic 等) 编制的应用程序, 则只能使用 NCAR 绘图软件的动态链接库。由 NCAR 绘图软件建立的静态链接库库名为 NCARGKS.LIB; 由 NCAR 绘图软件建立的动态链接库库名为 NCARGKS.DLL。为了提供使用时的一致性, 由 NCAR 绘图软件建立的动(静)态链接库由相同内容组成, 支持相同调用。建立的库全部由子程序和函数组成, 其调用格式对两种库而言保持相同, 从而保证了软件的通用性和一致性, 方便使用者。

2 基于检索系统的界面设计

由于方法检索系统的 7 个模块(主成分分析模块、简单回归分析模块、逐步回归分析模块、配方回归分析模块、最大熵谱分析模块、互谱分析模块、奇异值分解模块)是采用 Fortran 编程语言编制的, 为了调用方便, 使用 NCAR 绘图软件建立的静态链接库 NCARGKS.LIB 来链接实现图形的显示功能。绘图涉及地图、等值线、曲线和简单直方图。

在 Windows 下进行图形显示, 是要包含在应用程序中的。在 Windows 下的应用程序一般由以下内容组成: 功能模块、界面、窗口、菜单、对话框、图形显示区。

功能模块: 7 个模块都用 Fortran 编程语言编制, 通过函数或子程序参数来传递资料信息。各模块内(除入口子程序外)的函数或子程序只在本模块内调用, 模块与模块之间互相独立, 分别实现各自的功能。为了统一输出和图形显示, 在生成数据时采用了通讯协议和标准化格式。通讯协议格式为: 4 字节代码; 4 字节数据长度; 数据体(每个数据占 4 字节)。

界面: 是应用程序的首页面, 可以用一幅风景画、卡通画、立体动画或各种颜色画。用于美化使用环境, 增强应用程序活力, 吸引用户。

窗口: 是应用程序的门面, 跟使用者打交道的地方。为了保持应用程序的一致性, 基本气候统计分析方法检索系统全采用 Fortran 编程语言编制。在 Windows 中要实现界面设计可以调用 Windows API(应用程序接口)。Windows API 是一个动态链接库(如 USER32.DLL、KERNAL32.DLL、GDI32.DLL 等), 用 C 编程语言实现, 可以被所有其他编程语言(如 Fortran、Visual C⁺⁺、Visual Basic 等)调用。只要安装有 Windows 操作系统, Windows API 动态链接库就自动被安装, 一般安装在 Windows 目录下的 SYSTEM 或 SYSTEM32 目录中。对于窗口的制作按以下步骤进行。

- (1) type(T _WNDCLASS) wc! 定义窗口的属性。
- (2) wc.style= 0! 无附加窗口的属性。
- (3) wc.lpfWndProc= LOC(WndProc)! 指定处理窗口消息的子程序名 WndProc 的地址。
- (4) wc.cbClsExtra= 0! 无附加窗口的属性数据。
- (5) wc.cbWndExtra= 0! 无附加窗口的属性数据。
- (6) wc.hInstance= hInstance! 指定实例句柄。
- (7) wc.hIcon= LoadIcon(hInstance, LOC("wpx"e))! 指定应用程序最小化时的图标。
- (8) wc.hCursor= LoadCursor(NULL, IDC _ARROW)! 指定运行应用程序是光标的形状。
- (9) wc.hbrBackground= GetStockObject(WHITE _BRUSH)! 指定窗口的背景为白色。
- (10) wc.lpszMenuName= LOC("IDR _MWPX"C)! 指定应用程序所采用的类菜单的地址。

(11) `wc.lpszClassName = LOC("WPXWC")!` 指定应用程序的窗口类名 WPXWC。

(12) `ier = RegisterClass(wc)!` 注册该类到内存中。

! 下面是通过窗口类名 WPXWC 来建立窗口, 窗口标题为“基本气候统计方法检索系统”; 窗口外观为重叠式窗口属性, 最大幅面的窗口。

```
(13) hwnd = CreateWindow("WPXWC", "基本气候统计方法检索系统", &
    WS_OVERLAPPEDWINDOW, 0, 0, &
    GetSystemMetrics(SM_CXSCREEN), &
    GetSystemMetrics(SM_CYSCREEN), &
    NULL, NULL, hInstance, NULL)
```

(14) `br et = ShowWindow(hwnd, nCmdShow)!` 显示窗口。

(15) `br et = UpdateWindow(hwnd)!` 更新窗口。

菜单: 它的作用是使应用程序功能模块与使用者建立直接联系。每个菜单项指向一功能模块, 功能模块需要的参数通过对话框来传递。菜单显示通过资源(RESOURCE)编辑器来制作, 每个菜单项通过 Windows 命令消息 COMMAND 来执行必要的功能模块。在方法检索系统中, 由于一个系统中包含有 7 个子系统, 为了区别输入输出的不同要求, 对菜单项的操作进行了必要的控制。

(1) `BRET = CheckMenuItem(hmenu, ID_M30, MF_UNCHECKED)!` 在菜单项名前不加。

(2) `BRET = CheckMenuItem(hmenu, ID_M30, MF_CHECKED)!` 在菜单项名前加。

(3) `BRET = EnableMenuItem(hmenu, ID_M30, MF_ENABLED)!` 正常显示菜单项, 并可选择。

(4) `BRET = EnableMenuItem(hmenu, ID_M30, MF_GRAYED)!` 变灰显示菜单项, 并不可选择。

对话框: 用于数据的交互式输入与输出, 有公共对话框和普通对话框两种形式。公共对话框由 Windows 操作系统提供, 可以被应用程序直接调用(如打开文件对话框、保存文件对话框、选择颜色对话框等); 而普通对话框需通过资源(RESOURCE)编辑器来制作, 包含多个控件(如编辑控件、列表控件、组合列表控件、按钮控件、多选按钮控件、单选按钮控件等)。

编辑控件: 用于输入或输出一个数据(数值或字符串)。

列表控件: 用于选择确定的一个或多个数据。

组合列表控件: 用于选择确定的一个或多个数据。

按钮控件: 用于确定或取消操作。

多选按钮控件: 用于多项选择。

单选按钮控件: 用于单项选择。

3 基于检索系统的图形显示

使用 NCAR 绘图软件建立的静态链接库 NCARGKS.LIB 来链接实现图形的显示功能。图形有地图、等值线、曲线和直方图。

基本气候统计方法检索系统提供的地图投影种类有: 兰勃脱投影地形图、麦卡托投影地形图、用极射赤面投影的北半球或南半球地形图。

兰勃脱投影的投影光源在地球球心, 映像面为一个与球表面 30°N 和 60°N 相割的圆锥

面,圆锥面的圆锥角 $= 90^\circ$; 标准纬度 $\varphi_1 = 30^\circ \text{N}$, $\varphi_2 = 60^\circ \text{N}$ 。因此,这种投影也称为双标准纬线等角圆锥投影。用这种投影方法制成的地图,其经线是一组由北极点向赤道辐射的直线,而纬线是一组以北极点为圆心的同心圆弧。由于这种投影图在中纬度地区的变形比较小,所以适用于作为中纬度地区天气图的底图。气象上经常使用的亚欧高空图和地面图都是采用这种投影图制成的。

麦卡托投影光源在地球球心,其映像面是一个与地球表面南、北纬 22.5° 相割的圆柱面,标准纬度 $\varphi_1 = 22.5^\circ \text{N}$, $\varphi_2 = 22.5^\circ \text{S}$ 。用这种投影方法制成的地图,其经线是间距相等互相平行的直线,而纬线是与经线相垂直的直线。由于这种投影图在低纬度地区的变形比较小,所以它适用于作低纬度地区天气图的底图。

极射赤面投影的投影光源在南极,其映像面是一个与地球表面北纬 60° 相割的平面,标准纬度 $\varphi_0 = 60^\circ \text{N}$ 。用这种投影方法制成的地图,其经线是一组由北极点向赤道辐射的直线,而纬线是一组以北极点为圆心的同心圆。由于这种投影图在高纬度地区的变形比较小,所以它多用作极地天气图或北半球天气图的底图。

基本气候统计方法检索系统提供的等值线绘图有两种方式:网格化等值线和离散点等值线。可以与投影地图进行叠加显示,也可以直接在 $X-Y$ 平面上绘等值线图。与投影地图进行叠加显示时,需要指出叠加显示区域,即纬度范围和经度范围;而在 $X-Y$ 平面上绘等值线图时,则显示区域由系统自动计算。

在绘制离散点等值线图时,首先把离散点资料经过平面三角形网插值到网格矩形区,生成一个网格化等值线数据,然后用网格化等值线的绘图方式来绘等值线图。

在绘制网格化等值线图时用到轨迹跟踪技术,先计算出需要绘制的等值线值,再对某一等值线值找到绘图起始点并记录,该点的查找方法是由外向内的顺序。先将外面的四边进行比较分析,如有某个点符合条件,则表示已找到了一个绘图起始点,然后根据该绘图起始点向内部深入查找,每找到一点就要进行记录,一直进行到一条边为止。跟踪完一条后,接着用同样方法绘其他等值线。不过,在继续找下一条等值线绘图起始点时,该点必须是没有被记录过的。四边的等值线绘图起始点都找完以后,开始在内部查找,先找到一点,该点必须是没有被记录过的并作为等值线绘图起始点,可是该点将有两个发展方向,可以按逆时针方向进行搜索,排除已被记录过的点,每找到一点就要进行记录,一直进行到原来的等值线绘图起始点。直到所有等值线都被绘制。找寻出来的数据($X-Y$ 路径),如果直接用直线进行连接,则连成后的曲线不光滑。我们采用不改变顶点的三次参数插值法进行光滑处理,使连接后的曲线光滑。三次参数插值法的插值公式为

$$X' = a_1 X^3 + a_2 X^2 + a_3 X + a_4, \quad (1)$$

$$Y' = b_1 Y^3 + b_2 Y^2 + b_3 Y + b_4. \quad (2)$$

图 1 是《基本气候统计方法检索系统》中主成分分析子系统图形输出的一个例子,其地图(海岸线及经纬线)采用麦卡托投影给出,特征向量等值线用三次参数插值法给出。

《基本气候统计方法检索系统》还涉及两种图形的绘制:在 $X-Y$ 平面上绘制曲线和简单直方图。由于资料来源不同,且资料的观测时次不可能都是固定的,观测值也千差万别,有的还可能缺省值,每个时次的观测要素个数或站点数也可能不同,因此在编程时要充分考虑可能出现的各种情况,并要解决好 $X-Y$ 轴的比例、曲线绘图比例等。

首先分别计算出 X 轴或 Y 轴上资料的最大和最小值,然后根据投影原理计算出比例因子,按照比例因子绘出图形。计算公式为

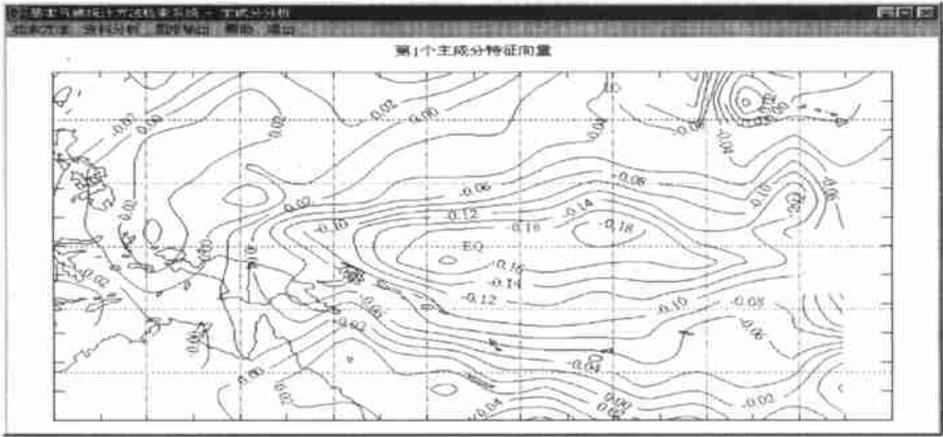


图1 热带太平洋海表温度距平序列的标准化第一特征向量

Fig. 1 The normalized first eigenvector (EOF) pattern of tropical Pacific SSTA series

$$V_X = V_L + (X_i - X_{min})(V_R - V_L)/(X_{max} - X_{min}), \tag{3}$$

$$V_Y = V_B + (Y_i - Y_{min})(V_T - V_B)/(Y_{max} - Y_{min}). \tag{4}$$

其中, X_{max} 为 X 方向资料的最大值; X_{min} 为 X 方向资料的最小值; Y_{max} 为 Y 方向资料的最大值; Y_{min} 为 Y 方向资料的最小值。 V_L 和 V_R 分别表示允许绘图水平区域的最小值和最大值, 如果全屏显示的话, 则 $V_L = 0$, V_R 等于屏幕水平方向的宽度(对于 800×600 的分辨率, 则 $V_R = 799$)。 V_B 和 V_T 分别表示允许绘图垂直区域的最小值和最大值, 如果全屏显示的话, 则 $V_B = 0$, V_T 等于屏幕垂直方向的高度(对于 800×600 的分辨率, 则 $V_T = 599$)。 X_i 和 Y_i 分别表示资料或数据的某一点坐标。 V_X 和 V_Y 分别表示 X_i 和 Y_i 应投影到绘图区上的点坐标。图2为《基本气候统计方法检索系统》主成分分析子系统的分析结果——曲线图和简单直方图。

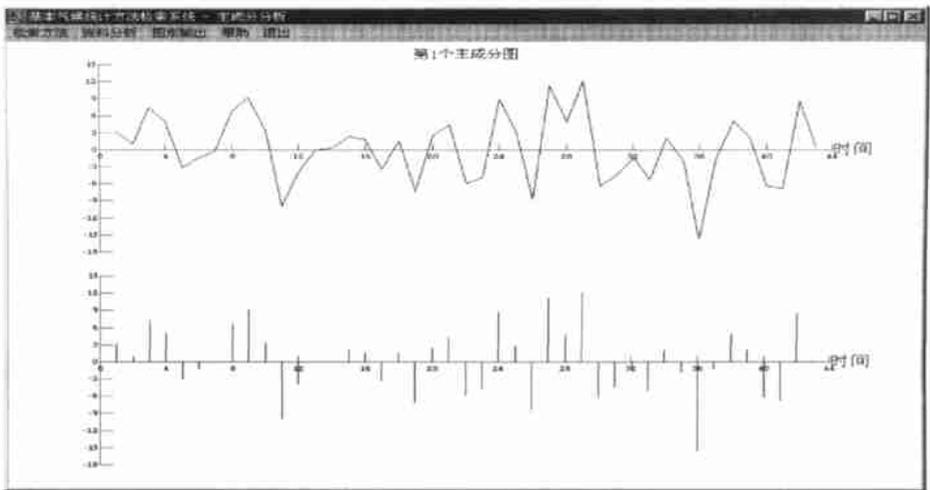


图2 热带太平洋海表温度距平序列的第一主成分

图中给出两种形式: 上半部分为曲线图, 下半部分为简单直方图

Fig. 2 Two forms of the first principal component of tropical Pacific SSTA series

Curve(bar) in the upper(lower) part

4 结 语

在 Windows 下编制图形软件要结合具体的开发环境, NCAR 绘图软件可以在多种开发环境下使用。在 Visual Fortran 开发环境下使用, 则推荐使用静态链接库 NCARGKS. LIB; 在 Visual C++、Visual Basic 或混合编程开发环境下使用, 则推荐使用动态链接库 NCARGKS. DLL。在研制总调度时, 界面设计、图形设计和功能模块要分别设计, 但要互相联系。

参考文献:

- [1] 寿绍文, 林守廉, 赵远东, 等. 计算机绘图软件包的使用[M]. 北京: 气象出版社, 1993
- [2] 欣力, 李莉, 陈维, 等. Microsoft Win32 程序员参考大全(1~5)[M]. 北京: 清华大学出版社, 1995

NCAR drawing software programming on Windows

ZHAO Yuan-dong¹, WANG Pan-xing²

(1. Department of Computer Science and Technology; 2. Department of Atmospheric Sciences, NIM, Nanjing 210044)

Abstract: This paper introduces Windows-based programming method of NCAR drawing software to overcome some diagram-making problems in preparing scientific papers, alongside with the investigation of static/dynamic interlinkage during operation, thereby offering necessary knowledge for Fortran programmers on such a kind of microcomputer.

Key words: Windows platform, NCAR drawing software, Fortran programming