东北电网仿真系统动态部分的人机界面技术*

袁　斌　马维新　孙国胜
(清华大学电机系·100084·北京)

【摘　要】　介绍在东北电网仿真系统动态部分中使用的人机界面技术，包括基于 AutoCAD 而建立的电网图形编辑系统(PWCAD)、电网图形显示系统、电网图形打印系统等，同时还介绍了东北电网仿真系统动态部分中利用 Decnet－Vax、Decnet－Dos，在 VAX 和微机两种不同机器上的程序间进行任务到任务通信的方法.

【关键词】　电网仿真　人机界面　任务到任务通信

1　引言

东北电网仿真系统动态部分(以下简称动态部分)是由清华大学电机系和东北电管局调度通信局共同开发完成的一项重大科研课题，其功能及技术要点，我们已在文献 [3] 中作了介绍，本文将介绍其另一方面的工作和技术，即其独具特色的人机界面技术. 动态部分运行在 486 微机上，它与运行在 VAX－3500 机上的静态部分通过 Ethernet 网络连成一体，并利用 Decnet－Vax、Decnet－Dos 进行任务到任务(Task to Task)的通信，本文的第一节将介绍这方面的工作；动态部分的人机界面由数百幅东北电网的系统图和厂站图组成，为了能够编辑、显示和打印输出这些对电网仿真至关重要的图形，我们分别开发和完成了一个可用来建立或修正电网图形并且使用起来十分方便的电网图形编辑系统 PWCAD；一个可显示 640×480×256 模式彩色像片式图形以及显示 640×480×16 模式常规图形的电网图形显示系统；一个可在 24 针彩色或黑白打印机以及绘图仪上，放缩、旋转打印电网图形的电网图形打印系统. 图 1 给出了动态部分的人机界面与动态部分的电力系统稳定计算程序间的关系.

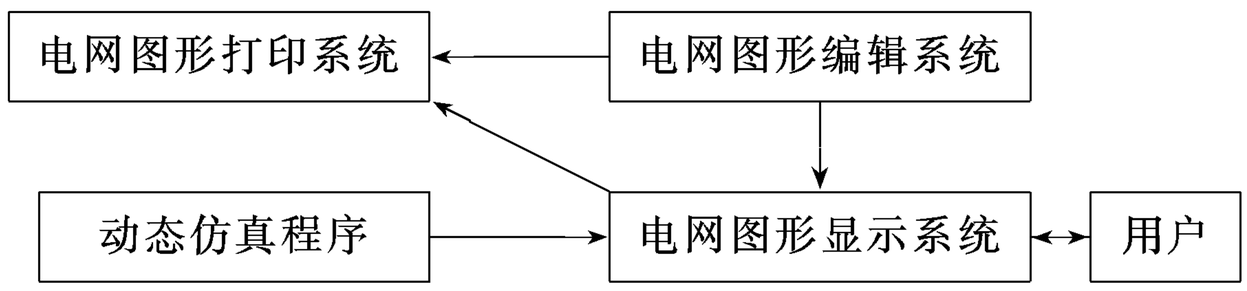

图1　人机界面与动态部分其它程序的关系
Fig. 1　The relation between man machine interface program and other program

2　微机上的动态部分程序与 VAX 机上静态部分程序间任务到任务的通信方法

东北电网仿真系统的静态部分运行在 VAX－3500 上，目的是为了充分利用 VAX 机上的实时数据库等功能，动态部分运行在高档微机上，目的是为了充分利用微机较强的图形显示功能和计算速度. 两部分程序运行在不同的计算机上，它们之间通过进程通信(在 Decnet 网上称为任务到任务的通信)来交换数据，其中，静态部分向动态部分传递系统当前的运行状态、故障及扰动的时间、地点、类型等信息；动态部分如判断出继电保护、自动装置动作，则向静态部分传递这些动作信

* 1994 年 7 月收到初稿，同年 12 月收到修改稿.

袁　斌，男，1963 年生，博士，副教授，研究方向有：电力系统动态仿真，电力系统中的非线性现象，计算机图形学.
马维新，男，1939 年生，副教授，从事电力系统计算机应用方面的研究.
孙国胜，男，1964 年生，硕士，讲师，从事电力系统计算机仿真的研究.

息.

VAX 机与微机间通过 Decnet 进行任务到任务通信，从程序设计角度来看，需要有三个文件，一个是微机上的源映象文件，第二个是 VAX 机上的目标映象文件，第三个是 VAX 机上的目标命令过程文件. 这三个文件相互制约、交互使用来完成任务到任务的通信，其主要过程如下：①源任务请求逻辑链路连接、提供访问控制信息；②Decnet 在远程节点创建一个网络进程并执行目标命令过程；③目标命令过程运行：$RUN 目标映象；④目标映象完成逻辑链路连接；⑤源/目标映象相互发送、接收信息；⑥源/目标映象拆除逻辑链路. 下面给出的三段小程序即是上述任务到任务通信中要用到的三个程序的例子：

(1) 微机上的源映象文件

```
C       File name exampc.for
        CHARACTER*35 NETF
        NETF='\\T\VAX3500\account
         1   \passwd\\TTEXAM'
        OPEN(22, FILE=NETF, STATUS
         =1   'UNKNOWN')
        READ(22,'(F5.2)') A
        WRITE(22,'(F5.2)') B
        CLOSE(22)
        END
C       End of Program
```

(2) VAX 机上的目标映象文件

```
C       file Name:examvax.for
        CHARACTER*5 A2
        OPEN(11, FILE='SYS$NET',
         1   STATUS='UNKNOWN')
        A=3.0
        WRITE(11,'(F5.2)')A
        WRITE(11,'(A)')CHAR(10)
        READ(11,'(F5.2)')B
        READ(11, *)
        END
C       End of Program
```

(3) VAX 机上的目标命令过程文件

```
C       File Name: ttexam.com
        RUN EXAMVAX.EXE
C       End of Program
```

3　基于 AutoCAD 的电网图形编辑系统 PWCAD

所谓电网图形编辑就是确定电网图形中各基本元件在图中的位置，也即其在 X，Y 坐标轴中的具体坐标、颜色. 电网图形编辑系统(简称 PWCAD)是在 AutoCAD 10.0 汉化版基础上开发的，目的是为了充分利用 AutoCAD 具有的强大的图形编辑功能.

3.1　建立电网元件菜单

第一步，用 AutoCAD 本身提供的绘图功能，分别绘出各种电网常用元件的图形，并将其定义成不同块名的块 (Block)；第二步，用 AutoCAD 中的菜单命令语言，将上面定义好的电网元件块组合成下拉式菜单. 在 PWCAD 中，电力网络中的各种常用元件，如 500kV 母线、220kV 母线、架空线、母联开关、1 个半开关、完整出线串、变压器、发电机、电抗器、旁路开关，甚至一些常见的厂站总体结构图等都定义成标准菜单，用户只需用鼠标在汉字显示的下拉式菜单上选择相应的元件，即可方便地完成该电网元件的绘制任务.

3.2　将 AutoCAD 的绘图版面配置成 PWCAD 所需的绘图版面

由于绘出的图形要在微机显示屏上显示，其分辨为 640×480，并且要用上面提到的电网元件的菜单，而 AutoCAD 绘图版面的默认配置不为 640×480，同时用的是其默认的菜单，因此，首先用 AutoCAD 作一个标准版面的图形文件 A.DWG. 其中，用 limits 命令将其 X，Y 的坐标分别

设定成 (0, 640), (0, 480)；用 Grid 命令和 Snap 命令分别将网格及捕捉点设成 10，用 Menn 命令加入电网元件菜单，然后，用 A.DWG 文件替代 AutoCAD 的绘图版面配置文件 ACAD.DWG (即将 A.DWG 文件改名为 ACAD.dwg)，这样，配置成功了 PWCAD 所需的绘图版面.

3.3　编写将 PWCAD 图形文件转换成动态部分中可用图形文件的程序

PWCAD 生成的图形文件是 DWG 文件，是以二进制码形式存放的，内容十分复杂，且非常宠大．很难直接用在动态部分的图形显示系统中．因此，我们利用 AutoCAD 中命令 DXFOUT 形成文本方式的图形交换文件 DXF，并用 C 语言编写了图形格式转换程序 DXFF.C，该程序将 DXF 文件中的电网元件信息抽取出来，形成动态部分中可用的图形格式文件(以下称此文件为 G 文件)，同时，考虑到 AutoCAD 10.0 汉化版本身不完善(在 DXF 中的汉字信息有时变的面目全非)，该程序将 DWG 文件中的电网图形中的汉字信息抽取出来，用它来形成 G 文件中的汉字信息.

动态部分中使用的图形格式文件 (即 G 文件) 是长岛图形终端中可使用的图形命令文件．图 2 即为长岛图形格式文件的一部分，图 3 是图形转换程序的示意图.

```
Esc? 390; 410; 1G2236
Esc? 155.000000; 196.000000; 340.000000; 196.000000; 0H
Esc? 0; 9; 0B
Esc? 310; 220; 5; 275.194427; 444.805573Z
Esc? 203; 440; 2Y 清河发电厂
```

图 2　G 图形文件

Fig. 2　G graph file

3.4　编写将长岛终端图形命令文件转换成 PWCAD 图形文件的程序

随着电网结构的发展，电网图需经常修正，这对于用 PWCAD 形成的电网图来说是件很容易的事，只需对 DWG 图形文件重新修正，再经 DXFF 转换程序重新转换一下即可．但是对于那些用其它图形编辑系统形成的，丢失了 DWG 文件而只有 G 文件的图形来说就不是件容易的事了．鉴于上述原因，在动态部分的图形编辑系统中，我们用 C 语言编了一个逆转换程序 GGH，它将 G 文件转换成 AutoCAD 中的 SCR 文件，该 SCR 文件在 AutoCAD 中用 Script 命令即可重新生成 DWG 图形文件．逆转换程序的示意图见图 4.

图3　图形转换程序示意图

Fig. 3　Chart of graph transfer program

图4　逆转换程序示意图

Fig. 4　Chart of converse transfer program

4　电网图形显示系统

动态部分的电网图形显示系统包括 256 色彩色相片显示程序，16 色常规电网图显示程序以及其它电网图形显示的实用程序.

4.1　256 色彩色相片式电网图形的显示

动态部分程序的封面等画面用的是经彩色扫描仪扫进计算机的彩色照片，在 5dH 模式下，TVGA 的分辨率为 640x480，可显示 256 种颜色，此时在显示缓冲区中存放彩色图形的方法为压缩象素法，用显示缓冲区中的一个字节表示屏幕上一个象素的 256 ($2^8=256$) 种颜色．由于整屏图形的存放共需 640×480＝300K 字节，而每个缓冲区的页面只有 64K，故需近五个页面来存放，它决定了 TVGA 显示器至少需配有 512K 的显示缓存．动态部分中 256 色彩色相片式电网图形显示程序就是根据上述原理编写的.

4.2 16色电网系统图及厂站图的显示

用PWCAD完成电网系统图及厂站图的绘制，并且通过转换程序CXFF将其生成G文件后，就可以利用C语言编写的显示程序将其在微机显示屏上显示出来．显示程序利用的是C语言本身提供的绘图命令，逐行读取G文件中的图元坐标及内容，并将其在屏幕上显示出来．其步骤为：(1) 将屏幕置成图形模式12H，即将屏幕的分辨设置为640×480，颜色数置为16；(2) 打开G文件；(3) 依次读取G文件中各行的图元内容，如该行表示圆，则在相应坐标位置画圆；如为直线，则画直线，如为汉字，则画汉字．

4.3 图形画面间的切换

在图形显示系统中由于屏幕上每一时刻只能显示一幅图形，因此电网图形间常需进行切换，这部分的功能实际上是通过键盘返回码的不同来完成的．当按某一预先定义好的键后，程序将打开并处理与该键对应的G图形文件，如键1表示辽西电网，则按键1，将打开GLX.G文件，并在屏幕上显示出辽西电网的图形．

4.4 显示汉字信息

动态部分显示汉字信息的方法是在西文操作系统下用绘图函数显“画”汉字，目的是为了减少程序的内存占用量，这对于电力系统动态仿真计算来说显然十分重要．具体方法是打开16×16点阵的汉字库，读取其中的汉字点阵信息，然后用C语言中的绘图函数将读出的汉字信息“画”在屏幕上．

4.5 数据更新

在动态部分中，需要在图形上显示电力系统的状态量，如有功、无功功率，节点电压的大小与幅值，并且这些数据在电力系统动态过程中是不断变化的．在动态部分中实现这些功能的方法是利用C语言中的画矩形函数及画字串函数，用背景色画一小矩形来模拟擦除各数据，然后再重画一个字串．在处理用线段表示的动态量，如发电机表示指针时，用的是C语言中的异或方式函数．

4.6 快照、重放与放缩图形

在动态部分的使用过程中，使用者有时需要将图形上显示的各种故障仿真计算所得的结果保存下来供以后分析或打印用．为了满足这种需求，编写了快照、重放子程序，这二个子程序分别可以用来将当前屏幕上的图形象照相片一样“照”下来．此外，为了让使用者可以更清楚地观察电网中的量，如发电机摇摆曲线，编写了一个图形放大子程序，可以将图形量进行放大显示．

这三个子程序是利用VGA显示缓冲区的原理来编写的．在图形模式12H中，VGA显示缓冲区采用彩色页面法管理，它用4个具有相同首地址的彩色页面来模拟16种不同颜色的信息；显示缓冲区的首地址为0XA0000000；通过地址为0×3C4端口进行赋值来选定不同的操作页面．具体值见文献[1]．

5 电网图形打印系统

利用动态部分中的电网图形打印系统，不仅可以在24针彩色或黑白打印机上打印电网图形，并且还可在绘图仪上绘制电网图形．

5.1 用24针打印机打印电网图形的原理

24针打印机的打印头上分二排交叉地排列着24根打印针，根据程序送来的三个字节的控制命令(3×8＝24)将24根打印针置于“打”或“不打”的状态．如接收到的三个字节为FF，FF，FF，打印针将全部处于“打”状态，如三个字节为00，FF，FF，则24根打印针中前8根处于“不打”状态，后16根处于“打”状态．

首先将打印机置于图形打印方式，然后将“快照”图象文件或者将屏幕上显示图形在显示缓

冲区的内容送到打印机中去打印. 除了正常的打印外, 该程序还根据计算机图形学原理, 提供了对图形放大、缩小旋转等打印的功能, 并能将多个快照文件合并在一起打印, 如打印由 8 个 “快照” 文件组成的整个东北电网系统接线图.

5.2 用绘图仪绘制电网图形的原理

绘图仪绘制图形的原理和 24 针打印机打印图形的原理有很大差别, 前者使用图形的矢量信息, 用绘图笔绘出该矢量(线段); 后者使用的是点阵信息. 用打印针将点打印出来. 绘图仪本身具有一套完备的绘图命令语言, 如绘直线, 绘矩线, 绘字符串等. 当从绘图程序中接收到这些命令时, 它便自动识别出这些命令的意义, 并按要求绘制出相应的图形.

动态部分中绘图仪绘制图形的子程序即是根据上述原理用 C 语言来编写的, 这里, 调用了矢量汉字库来绘制相应的汉字信息, 矢量汉字库中存放的是组成汉字的笔画, 而不是汉字的点. 没有直接使用 AutoCAD 等绘图软件来绘图形是因为: ①AutoCAD 在绘图仪上的绘图过程较慢, 且其汉化版中有许多缺陷, 如汉字库较小, 有些汉字绘不出; 有些绘图仪不支持等; ②有些 G 文件中不含的量, 如潮流值、电压值等无法用 AutoCAD 绘出, 而用 C 语言直接编写的程序就不存在上述问题. 参见文献[2].

6 结论

(1) 人机界面中的电网图形显示部分美观灵活, 并可根据需要方便地进行修正.

(2) PWCAD 的功能强大, 具有增、减电网图形菜单方便、编辑的图形大小不限等优点.

(3) 电网图形打印系统可在打印机上或绘制仪上画出电网结构图、或者系统潮流图等.

(4) 人机界面是在微机上开发的, 很容易移植到其它在微机上开发的程序中去.

(5) 利用任务到任务的通信方法可将一个大程序的两部分放在两个不同的计算机上运行, 充分发挥出 VAX 机和微机各自的优势.

参 考 文 献

1 袁斌. 在 DOS 状态下直接显示 SPT 图形. 微计算机应用, 1994, 15 (3)

2 袁斌, 马维新. 在 DOS 状态下直接使用绘图仪绘图. 小型微型计算机系统, 1994, 15 (6)

3 袁斌, 马维新等. 东北电网仿真系统动态部分中的功能及技术要点. 电力系统自动化, 1993, 17 (11)

MAN—MACHINE INTERFACE TECHNOLOGY USED IN THE DYNAMIC SIMULATION PART OF NORTHEAST POWER SYSTEM IN CHINA

Yuan Bin, Ma Weixing, Sun Guosheng

(Tsinghua University, Beijing)

Abstract This paper discribes the main man machine interface technology used in the dynamic simulation part of Northeast Power System in China, which includes: power system network graphics editor system, network graphics display system and network graphics printing system. The paper also discribes the method of task to task communication between Vax and PC computer used in the Power System Simulator of Northeast Power System in China.

Keywords power pystem simulator man machine interface task to task communication