

# 过程控制系统的实时显示

姜 弢

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130022)

**摘要** 通过对显示卡编程、画面分割、生成驻留字库等技术的运用, 本文给出了过程控制系统实时显示的一种有效方法。

**关键词:** 过程控制系统; 实时显示; 显示存储器; 汉字库; 画面分割; 动画; 画面切换

## 1 前 言

过程控制系统离不开计算机的显示, 通过显示, 操作者可以随时了解系统工作状态, 以便于实施恰当准确的干预。

这种显示首先强调的是实时性。

但是 CRT 显示器作为一种外设, 与计算机内部处理相比速度很慢, 因此, 实时数据处理相对来讲并不难, 实现实时显示却较困难, 处理不当, 容易产生“瓶颈”堵塞。

过程控制系统实时显示的同时, 还要保证具有良好的人机界面, 即操作者往往希望汉化显示。

现在虽然出现多种中文操作系统, 但一方面中文处理速度慢, 占用内存空间大, 另一方面又不同程度的存在着与西文系统的不兼容性, 这个矛盾并不容易解决, 造成如今许多应用软件只能以西文显示, 人机界面不太友好, 限制了它们的推广应用。

过程控制系统究竟能否实现西文 DOS 下的实时的汉化显示呢? 结合具体工程项目的研究和实践我们得到了肯定的回答。

## 2 实时显示利用的主要技术

概括地讲, 实时显示利用的主要技术有: 对显示适配器编程直接写显示存储器; 将显示屏分割成多个区域, 每次只刷新一个区域; 生成并驻留所需的汉字库及图符库; 动画显示技术; 如果有画面切换的要求还要使用扩充内存 (Extended Memory) 或扩展内存 (Expanded Memory) 内数据存储的技术。

### 2.1 直接写显示内存技术

在实时过程控制系统中，我们面对的显示内容常常是图文混合，中西文混合，所以显示模式应为图形方式。目前通用的显示卡是 EGA 或 VGA 卡，分辨率可达 640×350 (EGA)、640×480 (VGA)，颜色为 16 种，这对我们的一般应用是足够的。我们以 VGA 640×480 16 色 (model=12) 为例，说明如何实现实时显示。

文本方式下一次显示的最小单位是一个字符，图形方式最小单位是显示一个点。只有实现在任一位置显示任一颜色的点，才能实现更复杂的图形显示。

下面我们就结合 EGA/VGA 的结构来讨论一下如何显示屏幕上的一个点。

#### 1. VGA 的结构

如图 1 所示，它主要由六个部分组成。

- 显示内存（显示存储器）

它是一个 256k 字节的动态随机存取存储器 (DRAM) 的存储区，被分成四个彩色页，用来存储屏幕显示数据。

- 图形控制器

它属于处理机和显示内存之间的数据通道、它能够被编程，对有关写入显示内存的逻辑数据执行逻辑功能。(例如 AND、OR、XOR、或 ROTATE) 这些功能能够协助硬件以简化画图操作。

- CRT 控制器

产生定时信号，以控制 CRT 显示操作和显示刷新同步。

- 数据串行化发生器

俘获来自显示内存的显示信息，每次一个或多个字节，并将其转换成一个位串流，以便送 CRT 显示。

- 属性控制器

一个显示系统实际能显示的颜色很多，远超过显示适配器的要求，属性控制器包含彩色查阅表 (LUT)，可对其适当编程，选择 16 种颜色作为子集供显示。

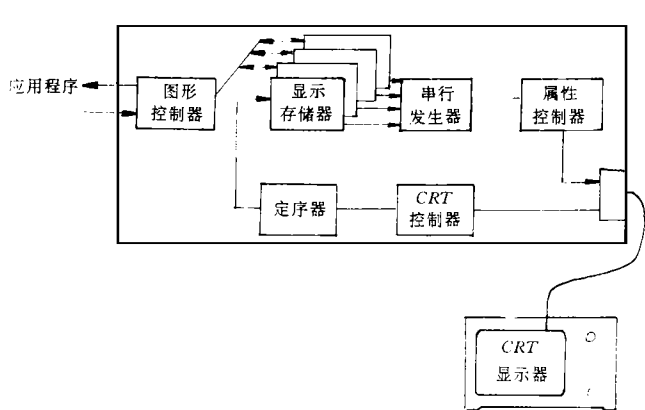


图 1 VGA 显示结构框图

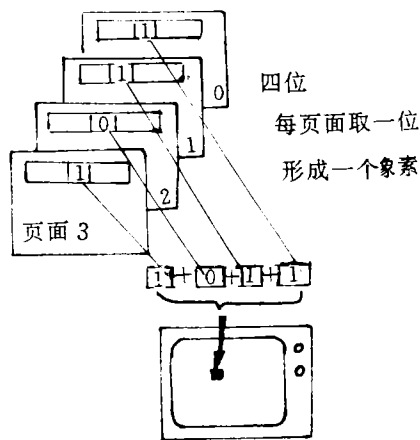


图 2 象素点显示示意图

• 定序器

控制整个插件板所有功能定时，也包括允许和禁止彩色页面的逻辑。

VGA 640×480 16 色模式下，屏幕上每一个点对应于四个显示内存页的各一位，如图 2 所示。

即应用程序在显示存贮器的四个页面相应位写入数据，就相当于画一个点，其具体处理过程是：

应用程序通过对图形控制器编程，将处理机内的数据送入显示存贮器的一个页面或多个页面（最多 4 个页面），这些数据经串行化发生器俘获转换成位串流，根据属性控制器的彩色查阅表转换为 CRT 显示的彩色信息，在定序器及 CRT 控制器信号的控制下送往 CRT 显示器即点亮了一个点。

知道了如何显示一个点的原理还要知道屏幕任一点与处理机地址的对应关系以及如何控制一个点的颜色，才能自由地在屏幕上显示。

VGA 640×480 16 色模式下，处理机起始地址为 A000:0000H 字节地址= $y * 80 + x / 8$ ；位地址 (0~7) =  $7 - (x \bmod 8)$ ；这里  $x \in [0, 639]$  即水平坐标； $y \in [0, 479]$  垂直坐标。

要想控制屏幕上一个点的颜色有二种方法，都是通过对 VGA 内部寄存器编程。

我们先对控制颜色要用到的寄存器作一简单介绍。

• 彩色页面写允许寄存器

该寄存器是一个对图形操作非常重要的寄存器，它控制每个彩色页面的处理器写允许，任何时候页面的任何组合可允许写入。选择写入允许某些彩色页面，便可在显示器上保存某些图形目标或彩色成份。

它是一个八位寄存器，位定义如下：

- $D_7-D_4$ —保留 (0)
- $D_3$ —页面 3 写入允许
- $D_2$ —页面 2 写入允许
- $D_1$ —页面 1 写入允许
- $D_0$ —页面 0 写入允许

• 设置/重置寄存器

它用于定义显示存储写入操作时填入显示存贮的颜色（来自处理器的写入数据将被忽略）。由设置/重置允许寄存器对应于每个页面分别允许设置/重置。

它也是一个八位寄存器，位定义如下：

- $D_7-D_4$ —保留 (0)
- $D_3$ —页面 3 填充数据
- $D_2$ —页面 2 填充数据
- $D_1$ —页面 1 填充数据
- $D_0$ —页面 0 填充数据

写到显示存贮的一个字节定义一个或多个页面的 8 个象素。设置/重置模式下，每个页面的所有 8 个象素将以该页面的设置/重置寄存器填充数据，写模式必须置 0。

• 设置/重置允许寄存器

它定义哪个页面接收来自设置/重置寄存器的填充数据，对禁止设置/重置的页面将用普通处理器输出数据写入。

这个八位寄存器位定义如下：

$D_7 \sim D_4$ —保留 (0)

$D_3$ —页面 3 允许设置/重置 (1=允许)

$D_2$ —页面 2 允许设置/重置 (1=允许)

$D_1$ —页面 1 允许设置/重置 (1=允许)

$D_0$ —页面 0 允许设置/重置 (1=允许)

颜色设置有 2 种方法，一是修改彩色页面写允许寄存器；第二种方法即配合使用设置/重置允许和设置/重置寄存器，用任一种方法均可以自由地改变每一点的颜色。

实时显示的实现原理，就是脱离高级语言的画图函数和 INT 10H 的 BIOS 调用，直接改写显示缓存区。

## 2.2 画面分割技术

用上述方法刷新一个整幅画面，经测试在 DTI 486/33 上需 20ms，为了满足实时性要求，缩短显示占用机时时间，我们将整个画面分成若干块，(比如  $n$  块)，每次刷新只修改一块，这样每次的显示时间降为  $20/n$  ms，若  $n=10$ ，一次显示只占 2ms。再者由于人的眼睛分辨程度所限，为保持良好的显示界面，500ms 刷新整屏足够了。

## 2.3 字库的生成及驻留—汉字在西文系统下的显示

### 1. 汉字显示的原理

每个汉字都有特定的字模，这里字模即指它的显示点阵图。要想显示一个汉字，只需在屏幕上逐点画出它的点阵，这样一个汉字就显示出来了。

### 2. 实现汉字显示需做的工作

#### (1) 取字模

显示汉字的前提条件即获取汉字字模。

获取字模有二种方式，如果要显示的汉字是  $16 \times 16$  或  $24 \times 24$  的标准字体(如宋、仿宋、黑楷体等)，可以直接利用已有的汉字系统提供的字库。

例如：我们现在使用的是联想六型汉卡，CCS3.3 版，它修改了系统 BIOS 的 INT 10H，为我们提供了获取字模的接口：

入口参数：(DX) — 汉字内码

(BP: BX) — 32 个内存单元的首地址。

调用形式：MOV AH, 0F2H

INT 10H

功能：

将 16 点阵字库中指定汉字的点阵 (32 个单元) 写入以 (BP: BX) 为首地址的连续 32 个内存单元。

一般的汉字系统都提供类似接口，如果找不到，也可用汉字机内码直接获取字模。

另一种方式，即手工造字模，应用于需要特殊形状汉字的情况，如美术字，花体字等。即没有现成的字模，必须手工造字。如果字较少，可以直接在纸上画出点阵；如果要造的字多，可以自编一个小程序，在人机交互环境下灵活造字。

## (2) 生成汉字库

确定显示中要用到的所有汉字，将其整理排序、编码，生成一个小型汉字库，编码时应注意取码的方便。

## (3) 将汉字库驻留内存

生成的汉字库存在磁盘上，因为我们要实时显示，必须避免或尽量少地与磁盘打交道，即系统初始化时应将字库驻留于内存。

如果字库较大或用户程序占用空间太大，我们可以采取优化利用系统资源的方法，将字库装入扩充内存或扩展内存，而不占用常规内存。

## (4) 建一个工具箱，灵活实现任一位置汉字的显示。

过程控制系统的实时显示，需要汉字输出的地方很多。为方便起见，特别造一套函数，可根据个人使用特点，生成一个“工具箱”，灵活地实现各具特色的显示，这里所提到的“工具箱”即指包括各种功能（诸如颜色设置，显示方向变化，放大缩小或字形旋转）的函数集，一般的中文系统，汉字显示比较死板，举例来说，一屏只能显示 27 行汉字，行的位置是固定不能改变的，列可变；而我们可以充分实现在屏幕上任一位置显示；再比如一般汉字系统单个汉字的前景可变，背景不易变，而我们却能自由方便随意改变前景和背景。

## 3. 西文字库显示

为了保证显示的实时性，高级语言图形方式下输出西文字符的方法也不能用，必须按上述汉字显示方法类似地造一西文字库。

不同的只有一点，西文字库（8×16）不是在汉字系统中取字模，可以直接在西文系统下取得。具体地说，在显示存贮器或在 384k 高内存区取得，具本方法从略。显示存贮器上存有 8 套字符集，用户可选面更宽。

## 4. 符号库或块图形显示。

显示中常遇到这种情况，即从直观和习惯上，不同的过程控制系统常需显示特殊的符号。这在一般系统下得用画图函数一点点画，很烦琐，而我们给大家提供一简单方法：你只要象造汉字那样造符号就可以了，因为汉字和符号本质都是点阵图。这种办法简单、易行、又保证了直观显示。

## 2.4 动画显示

我们在实时显示时，往往遇到这种情况：即一个目标不断在移动，且要求这种移动不破坏背景—目标到来则叠加在背景上，目标走过或消失时原来的背景被恢复，这就是通常所说的动画显示。

要实现动画效果必须采用特殊的写方式。即通过对图形控制器编程，将来自处理器的写入数据与相应位置显示存贮器内容作逻辑运算（包括 AND、OR、XOR），运算结果再送入显示存贮器中。

需要注意的是，选择的逻辑运算不同，动画效果也不同，而且写模式必须选择适当，否则逻辑操作会失效。

## 2.5 画面切换

过程控制系统的实时显示常要求多画面的切换，一个 640×480 16 色的画面要占 153.6k 的内存。多个画面占的内存更大了。而 640k 的常规内存、既要装入用户程序，再装入多画面数据显然是不可能的若将多画面内容存入硬盘又无法实现实时显示。唯一的办法就是将显示

存储器中的数据存入扩充内存或扩展内存。

在磁盘操作系统 *DOS* 的管理下, 计算机的内存可分为三种; 常规内存、扩充内存、扩展内存。

常规内存 (*Conversational memory*) 指的是 640k 以下的内存, 由 *DOS* 管理, *DOS* 管理的用户程序就是存放在常规内存中。

640k 以上, 1M 以内的高内存区一般用于安装设备驱动程序。

扩充内存是超过 20 位寻址的内存, 即 1M 以上内存, 需用 80286 或 80386 特有指令访问, *DOS* 不能直接对其存取, 用户程序可在扩充内存管理程序下将多画面内容存入扩充内存中。不仅实现了优化使用系统内存资源, 而且大大提高了运行速度, 是一种很可取的方法。

扩展内存也是 *DOS* 不能直接访问的内存, 在扩展内存管理程序下, 可将这部分内存映射到 384k 高内存区, 实现窗口方式的存取, 这也是存取多画面的一种可行方法。

可见, 要想多画面实时切换, 一个好的办法就是给自己的系统配置扩充内存或扩展内存。扩充内存的大小可视要存的画面数, 画面的分辨率和颜色数而定。例如存一个 640×350 16 色的画面需 128k, 640×480 16 色需 153.6k。

以上我们详细阐述了过程控制系统实时显示技术及实时显示的过程, 以及一些对具体问题的处理方法, 经实践应用收到了良好的效果。

### 3 结 束 语

使用上述显示方法的优点是:

#### 1. 速度快

该显示速度只与 CPU 速度有关, 在 DTI 80486/33 上刷新整屏只需 20ms, 广泛适用于实时性要求高、速度反应要求快的过程控制系统。

#### 2. 节省空间

不必装入庞大的汉字库, 即可实现西文系统的汉化显示, 用户界面好。

#### 3. 优化使用内存资源。

采用了比较先进的扩充内存 (XMM)、扩展内存 (EMM) 分配方法, 大大节省了常规内存的使用。

该方法在具体工程项目应用中收到了较好的效果。结合用户的要求, 随着过程控制技术的发展和水平的提高, 如何再进一步提高显示速度, 减少占用机时, 提高系统的反应速度等问题。有待进一步深入探讨。

#### 参 考 文 献

- [1] 姚淑珍, 吴新根等编译, 《DOS 环境的使用与开发》. 北京联想计算机集团公司出版, 1991
- [2] 史文革编, 《微机图象格式大全》. 海洋出版社, 1992
- [3] 王志、赵瑞玉编译, 《扩充个人计算机存储器的原理和方法》. 北京科海培训中心出版, 1990

## Real-time Display in Process Control System

Jiang Tao

*(Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics, Chinese Academy of Sciences,  
, Changchun130022)*

### Abstract

By the use of techniques about programming to video adapter, partitioning screen, creating resident chinese library and so on, it gives an efficient way to real-time display in process control system in this paper.

**Key words:** Process control system, Real-time display, Video RAM, Chinese library, Partitioning screen, Animation, Picture switch