

# 可编程 6538 图像处理器初析

西北师范大学计算机科学系开发应用室 (兰州 730070)

王让定 王小牛 索国瑞 王联国 张召琪

**摘要** 超大规模集成芯片 6538 是任天堂家用电脑游戏机上的图像处理器(简称 PPU),具有图像处理能力强,色彩丰富等特点。本文剖析了 6538 的结构、命令控制字及视屏处理。

**关键词** 6538 图像处理器 口地址 控制字

## 1 图像处理器 6538 的结构

6538 是任天堂系列电脑游戏机应用较多的 PPU 器件,拥有 8 条数据线,13 条地址线,寻址空间为 8KB,如图 1 所示。其中,  $R/\overline{W}$  是读写存储器和游戏节目卡控制信号输出端,  $D0 \sim D7$  是 8 位双向数据总线,  $A0 \sim A2$  是系统内部地址线低 3 位,供 CPU 寻址 PPU 片内存储器用,  $\overline{CS}$  是片选信号输入端,  $CLK$  是时钟信号输入端,  $\overline{PRAMEN}$  是非屏蔽中断信号输入端,接 CPU 的  $\overline{NMI}$  脚,  $VIDEO$  是视频信号输出脚,  $\overline{RES}$  是复位信号输入端,  $\overline{DMWE}$  是视频信号读/写控制输出端,  $\overline{DMOE}$  是允许视频信号输出控制端,  $\overline{PGSEL}$  是系统外部地址线最高位,专为寻址区分 VRAM 和节目卡 VROM 用,  $AD12 \sim AD8$  是系统外部地址线高位,  $AD0 \sim AD7$  是系统外部

址信号用  $\overline{ALE}$  信号锁存到地址总线上,与  $AD8 \sim AD12$  组成 13 位外部地址总线,以对 VRAM 和 VROM 寻址。工作时,按 CPU 指令从节目卡中读出图像数据,并存放在 VRAM 中,再对其进行变换、配色,重新编码后产生复合视频信号。

## 2 图像处理器 6538 的控制字

6538 的功能很强,主要有:

- ①可产生 52 种彩色输出;
- ②分辨率  $256 \times 240$  点阵,对应于一般家用彩色电视机;
- ③可产生 64 种前景图像;
- ④可接  $256 \times 8$  DRAM;
- ⑤直接存取 256 种图像信息;
- ⑥可选 4 种背景图像;
- ⑦混合视频输出。

以上功能,都是向一些特定的口地址写控制字实现的。这些口地址有: \$2000、\$2001、\$2002、\$2003、\$2004、\$2005、\$2006、\$2007、\$4014 等,现详述如下:

1). \$2000:除 D6 位外,其余各位都有控制作用。

①D7:控制不可屏蔽中断  $\overline{NMI}$

D7=1 开放  $\overline{NMI}$  中断

D7=0 屏蔽  $\overline{NMI}$  中断。

②D5:背景范围控制

D5=1  $16 \times 16$ ,大背景

D5=0  $8 \times 8$ ,小背景

③D4:背景字模区选择

D4=1 选择字模高区(\$1000~\$1FFF)

D4=0 选择字模低区(\$0000~\$0FFF)

④D3:前景字模区选择

D3=1 选择字模高区(\$1000~\$1FFF)

D3=0 选择字模低区(\$0000~\$0FFF)

⑤D2:同步扫描

D2=1 垂直扫描

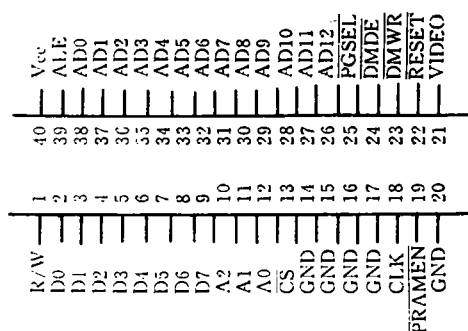


图 1 6538 引脚功能图

地址/数据复用线,  $\overline{ALE}$  是地址锁存信号输出端。PPU 数据线  $D0 \sim D7$  挂在 CPU 数据总线上,与 CPU、RAM 等交换信息,PPU 的  $A0 \sim A2$  与 CPU 地址总线相连,接收 CPU 的地址信号,对 PPU 内部存储器寻址,  $AD0 \sim AD7$  与 VRAM 和节目卡中的 VROM 数据线相连,并通过地址锁存器将低 8 位地

收稿日期:1993 年 6 月 30 日

D2=0 水平扫描

⑥D1=1 从上往下滚动扫描

⑦D0=1 从左到右滚动扫描

## 2). \$ 2001: 显示控制

①D7 D6 D5: 背景色彩设置

0 0 0 灰色

0 0 1 绿色

0 1 0 红色

1 0 0 雪青

1 0 1 暗灰

1 1 1 亮灰

②D4: 前景显示使能

D4=1 允许

D4=0 不允许

③D3: 背景显示使能

D3=1 允许

D3=0 不允许

④D2: 背景低区 BG1 显示初始化

D2=1 允许

D2=0 不允许

⑤D1: 背景高区 BG2 显示初始化

D1=1 允许

D1=0 不允许

⑥D0: 彩色显示使能

D0=1 不允许

D0=0 允许

3). \$ 2002: PPU 状态检测口。

D7=1 PPU 可操作 VRAM

D7=0 PPU 不可操作 VRAM

4). \$ 2003: DMA 操作口, 在使用通道前, 应对此口进行操作, 一般送 \$ 00;

5). \$ 2004: 通道口, 可跳变字符通过该口送出;

6). \$ 2005: 显示坐标口, 需要送两次, 先送列坐标, 再送行坐标;

7). \$ 2006: VRAM 操作地址口, 需要送两次, 先送地址高 8 位, 再送低 8 位;

8). \$ 2007: 向 VRAM 写数据口, 每次写后, VRAM 地址自动增一;

9). \$ 4014: 页显示控制口, 在显示前, 需将页号送入其中。

## 3 视频显示

任天堂系列家用电脑游戏机的视频显示采用家用彩色电视机, 其分辨率为  $256 \times 240$ , 显示方式以字块和色块为基础, 如图 2 所示。

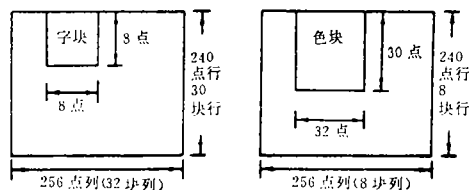


图 2 电视屏幕字块、色块

1). 字块: 屏幕上每 64 个点 ( $8 \times 8$ ) 为一个字块, 对应字模区的一个码字。每个码字的字模占 16 字节, 其中前 8 个字节控制该字块对应位显示时的亮暗, 每个字节控制一行, 每位控制屏幕上的对应位; 后 8 个字节控制对应位显示时的色彩。全屏共  $30 \times 32 = 960$  个字块。对应于 PPU 的 \$ 2000 ~ \$ 23BF (BG1 背景码区) 和 \$ 2400 ~ \$ 27BF (BG2 背景码区)。即按从左到右、从上到下的规则对应。显示时, 将需要的背景码字写入对应的位置, 即可在屏幕的相应位置显示所需的图形。

2). 色块: 电视机全屏分为  $8 \times 8 = 64$  个色块, 每个色块为  $32 \times 30$  个点 (见图 2)。每个色块占色码区的一个字节, 控制该区域的色彩显示。色块的控制字节可根据需要写入。

3). 码字: 建立字模后要能调出它, 码字实际上就是字模的标识符。由于每个码字字模占 16 个字节, 1KB 的空间可存放  $1KB/16 = 256$  个码字的字模。这样, 就可以用字模区地址码的中间八位作为该字模的码字, 其排列为 \$ 00 ~ \$ FF, 共 256 个。码字填入背景码区和前景码区, 某一显示对象的字模是唯一的, 而填入背景码区和前景码区的码字并非唯一, 因为不同的显示位置可以显示同一对象。所以要求字模尽可能通用, 以减少字模空间。

## 4 小结

6538 是功能极强的图像处理器, 但有关它的编程资料很难找到, 作者在近一年多的时间里, 经过剖析游戏软件、自编学习软件, 得到了本文所述的有关资料, 经整理奉献给广大读者, 不妥或不足之处, 请广大读者批评指正。

## 参考文献

- 1 陶波. 家庭电视游戏机使用维修指南. 机械工业出版社, 1992. 12
- 2 王让定, 王小牛. 一种高性能游戏控制器. 计算机应用研究. 1993, 3, P57~58
- 3 王让定等. PC 系列微机总线与任天堂系列游戏机卡槽总线的接口. 计算机应用研究. 1993, 2, P37~39