

家用

JIAYONG DIANSHI YOUXIMI JIANXIU

电视游戏机检修

● 谢宜璋



福建科学技术出版社

JIAYONG DIANSHI YOUXIJ I JIANXIU

家用电视游戏机检修

谢宜璋

福建科学技术出版社

(闽)新登字 03 号

家用电视游戏机检修

谢宜璋

*

福建科学技术出版社出版、发行

(福州东水路 76 号)

各地新华书店经销

福建省科发电脑排版服务公司排版

沙县印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/32 3.875 印张 3 插页 88 千字

1997 年 6 月第 1 版

1997 年 6 月第 1 次印刷

印数:1—8 000

ISBN 7-5335-1146-8/TN·148

定价:5.70 元

书中如有印装质量问题,可直接向承印厂调换

目 录

第一章 概述	(1)
一、游戏机发展简史	(1)
二、家用电视游戏机的系统配置	(5)
三、家用电视游戏机的内部结构	(6)
第二章 家用电视游戏机的工作原理	(7)
一、主机电路	(7)
二、图像发生器.....	(17)
三、时钟脉冲发生器.....	(22)
四、接口电路.....	(24)
五、射频调制器.....	(27)
六、电源.....	(29)
七、操纵盒.....	(30)
八、光电枪.....	(36)
九、节目卡.....	(38)
第三章 家用电视游戏机的检修	(41)
一、简易测试仪器的制作.....	(41)
二、电视游戏机的测试.....	(43)
三、电视游戏机的检修方法.....	(50)
四、电视游戏机常见故障.....	(54)
五、电视游戏机故障检修实例.....	(66)
第四章 家用电视游戏机功能扩展	(118)
一、计算机功能	(118)
二、磁碟机	(118)

三、存储器接口卡	(119)
四、游戏节目的录像和录音	(120)
附录 新一代电子游戏机	(121)

第一章 概述

随着微型计算机技术的迅速发展,特别是单片机的问世,使得游戏机和游戏节目的研制和生产有了突破性进展。由于单片机具有集成度高、体积小、可靠性高、价格低等特点,因此电子游戏机可以做得非常小巧,而游戏的内容却变化无穷、多姿多采,功能很强。各种电子游戏机的趣味性远远超过了其它的传统玩具,吸引了广大青少年和成年人。现在,家用电视游戏机这种诱人的奇特娱乐玩具,已经走出公共娱乐场所,进入千家万户。拥有这种小型电视游戏机的人,只要将游戏机与电视机(彩色或黑白)用高频电缆连接起来,可以在家中进行各种紧张激烈、丰富多采的游戏,使你身临其境,乐趣无穷,甚至废寝忘食。

一、游戏机发展简史

美国人诺·布史奈是一位电子计算机专家,也是电视游戏机的创造者。他酷爱电子计算机技术,极富于想象和探索,尤其对于电子计算机做游戏的问题十分感兴趣。早在60年代,布史奈在美国犹他州大学工程系上学时,就设想把计算机的游戏推入社会。但由于当时计算机的价格极其昂贵,布史奈的这种想法也只能是一种幻想。

70年代初,大学毕业后的布史奈来到加利福尼亚州硅谷的一家公司工作,由于当时微电子技术的飞速发展,使他意

识到自己的设想有机会实现了。经过两年的辛勤劳动，于1972年制成第一台电子游戏机——“Computer Space”（计算机空间）。这台由185块TTL（小规模集成电路）构成，用19英寸电视机作显示器的游戏机的操作非常复杂繁琐，难以掌握，无法为广大娱乐者所接受。因此布史奈把目标定在“简单易玩”上，又重新研究了两年时间，成功地试制出一台一学就会而且很容易操作的“Pong”（乒乓球）电视游戏机。他在这台游戏机上安装了一个投币口，只要往投币口塞入硬币，游戏机便可以开始游戏。

布史奈把这台游戏机放在一家酒吧店试用，第二天酒吧店老板告诉他机器坏了。布史奈急忙赶去检查，结果发现游戏机并没有坏，而是投币口下面的大盒子内装满了硬币使机器不能启动。后来，布史奈自筹资金创立了专门经营电子游戏机的“Atari”（雅达利）公司。游戏机“Pong”的诞生，标志着电视游戏大众化、商品化的开始。

1979年美国通用仪器公司首先制成单片电视游戏机芯片AY-3-8500，这是一种大规模集成电路。在它的内部固化有四种球类和两种射击游戏程序，构造十分简单，所有节目内容均固化在主机上。但它只能产生单色图像，可以在黑白电视机屏幕上显示各类游戏的球门、边界，并能显示球和球拍的运动状态。两个球拍可以由两个人分别操纵，在球碰到球拍或球进门或球出界时，喇叭中会发出不同音调的声音以示区别，同时屏幕上还会显示双方比分的变化情况，最后显示谁胜谁负。这种游戏机的外围配置非常简单，利用一块AY-3-8500集成电路就可以自己组装，再配上黑白电视机就可以进行游戏。

第一代电视游戏机的代表机型是利用AY-3-8500、8700

和 8900 系列集成电路装配的各种游戏机。

在第一代电视游戏机的基础上，“雅达利”公司充分利用“苹果机”（Apple）在计算机方面的成果，采用了当时日臻完善的大规模集成电路，即采用了小型计算机用的 65 系列微处理器，设计生产了可更换节目卡的“VCS-2600”小型电视游戏机。该机的图像和音响都有较大的提高，但该机内存容量小，只有 4K，只能运行一些简单的游戏节目，这些节目大多是在固定的背景上，缺乏图像的层次，显得单调乏味。常见的机型有“雅达利”2600、皇冠、汉龙、溢龙 7000、BIJ7000 型等，较流行的节目有《运河大战》、《警察抓小偷》、《潜艇救援》等等。

1983 年，日本任天堂（Nintendo）株式会社采用了超大规模的 CPU（中央处理器）和 PPU（视频处理器），生产出第三代电视游戏机——“任天堂”系列电视游戏机。它虽然也是使用 65 系列汇编语言，也是 8 位微型计算机，但直接寻址范围为 64K，节目卡最小容量为 24K，一般为 48K 到 256K 之间，最大已达 3M。“任天堂”电视游戏机可以显示 4 基色、52 种颜色，动画角色点阵为 32×32 ，背景解析度为 256×2400 ，其游戏动画功能已超过了一般的微型计算机。其图像和声音的效果比“雅达利”系列游戏机提高了一个档次。又由于该机价格低廉，节目内容精采丰富，能够适应中年、青年、少年等不同层次不同爱好的人需要，使家用电视游戏界转眼间成了“任天堂”的天下。

日本“任天堂”生产的电视游戏机都是采用适合日本电视制式的 NTSC 制射频输出，价格也较贵。国内市场所销售的“任天堂”系列电视游戏机及其派生产品，都不是日本原装，而是台湾、香港或国内一些合资企业生产制造的。在

我国市场上销售任天堂系列的游戏机牌号众多,如任天堂、小天才、小灵通、小林通、天马、胜天、泰山、司其乐、小霸王等等。这些游戏机体积有大有小,形态各异,但其内部结构大同小异,同一个节目卡都可以通用。其中质量较好的是采用日本机芯,经台湾、香港等地改装的红白“任天堂”机。

在众多的“任天堂”游戏节目卡中,为我国广大青少年所熟知和最受欢迎的有:《魂斗罗》I、II代;《赤色要塞》;《超级玛莉》(俗称采蘑菇)二、三代;《沙罗曼蛇》一、二代;《最后的使命》;《空中魂斗罗》;《水上魂斗罗》;《冒险岛》;《坦克大战》;《导弹坦克》;《双截龙》一、二、三代;《绿色兵团》;《1943》;《七宝奇谋》等等。

1987年,日本电器公司推出第四代电视游戏机“PC-ENGINE”。该机率先采用了大容量的激光盘(CD ROM)作为游戏机的储存介质,其图像和音响效果比任天堂有很大的提高。但由于该机采用NTSC彩色电视制式,且售价较高,未能在我国形成市场。

1988年,日本世嘉(SEGA)公司采用了Z80和6800作微处理器,推出了第五代电视游戏机“SEGA五代”。是世界上第一台16位双CPU的电视游戏机。该机能够设计出双重背景画面,能够逼真地表现角色与背景的位置关系,具有明显的立体感,音响采用立体声,在信号输出方面采用了预留各种彩色制式和RGB、AV、RF同时输出的方式,可以和各种各样的电视机联接。

世嘉五代机已经进入我国市场,并对任天堂系列游戏机产生了巨大的冲击。其优秀的游戏节目有:《大魔界村》、《闪电出击II》、《飞龙》、《怒火拳王》、《鲛鲛鲛》、《蝙蝠侠》、《超级电单车》、《世界末日》、《第一滴血III》、《宇宙达人》、

《突击先锋》、《超级忍》、《地狱》、《大旋风》等等。

1990年初，日本SNK公司推出了超级电视游戏机“NEO.GEO”。它使用了三个微处理器（两个6800和一个Z80），其背景画面可达22层次，音响采用数模转换、高传真输出等先进技术，它的图像和音响都达到了一流水平。

二、家用电视游戏机的系统配置

家用电视游戏机主要由主机、两个操纵盒、电源变换器、高频电缆以及游戏节目卡等组成。其方框图如图1-1所示。

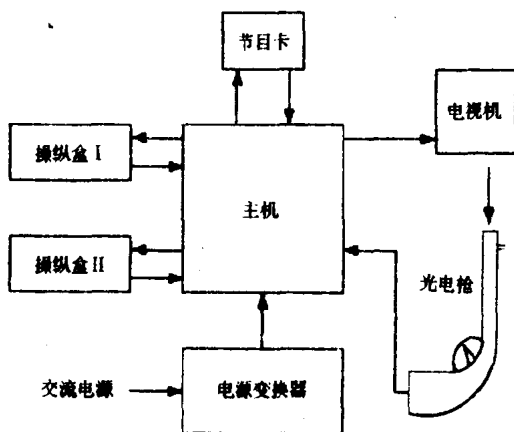


图 1-1 家用电视游戏机系统方框图

三、家用电视游戏机的内部结构

电视游戏机的主机内有一块印刷电路板，板上有中央处理器 CPU、图像处理器 PPU、读写存储器 RAM、视频读写存储器 VRAM、射频调制器等，如图 1-2 所示。

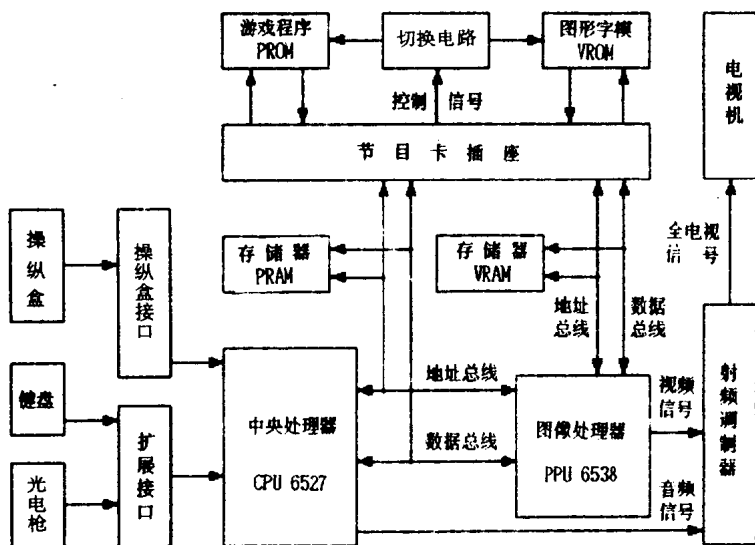


图 1-2 家用电视游戏机内部结构方框图

第二章 家用电视游戏机的工作原理

目前家用电视游戏机在国内的拥有量已超过 500 万台，但其主流机型仍是任天堂系列游戏机和它的派生产品。它们的基本原理相同，电路结构也大同小异。双时钟电路的典型机是任天堂 TM-616，单时钟电路的典型机是小天才 IQ-501。下面以任天堂 TM-616 型游戏机为例，说明游戏机的工作原理。

TM-616 型游戏机电路方框图如图 2-1 所示，整机电路图如图 2-2 所示。

一、主机电路

(一) 集成电路简介

主机部分使用了三块集成电路：IC7 中央处理器 6527CPU，IC4 双 2 线/4 线译码器 74HC139，IC3 随机读写存储器 UM6116。

1. 中央处理器 6527 CPU

6527 CPU 是 8 位单片机，在它的内部除包含有 6502 系列 CPU 外，还有一个可编程的音响发生器 PSG 和 24 个 8 位寄存器。

6527 CPU 有 8 位数据线 $D_0 \sim D_7$ 和一条读写控制线 R/W 。当 $R/W=1$ 时，CPU 从存储器中读取数据，这时 $D_0 \sim D_7$

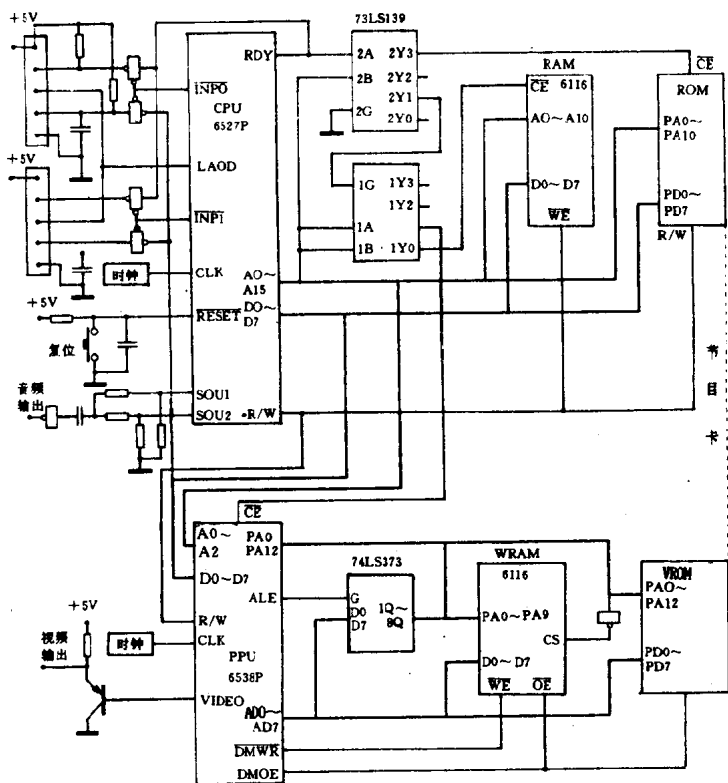


图 2-1 TM-616 型游戏机电路方框图

为数据输入端；当 $R/W=0$ 时，CPU 向存储器输出数据，这时 $D_0 \sim D_7$ 为数据输出端。

6527 CPU 有 16 位地址线 $A_0 \sim A_{15}$ ，地址范围为 $\$0000 \sim \$FFFF$ ，寻址能力为 $2^{16} = 65536 = 64K$ 。

6527 CPU 引脚和各引脚功能见图 2-3。

各引脚功能说明如下：

①~②：第一、第二模拟音频信号输出端。

③：复位信号输入端，当它为低电平时，可令 CPU 结束当前的游戏，返回到开机时的状态。

④~⑱：16 位地址线组成的地址总线 PADD，可在系统内对随机存储器 PRAM、系统软件 PROM 和视频处理器 PPU 进行寻址，及时取出需要的信息数据进行运算，并把运算结果送入随机存储器暂存。其中 $A_0 \sim A_{10}$ 11 条地址线对随机存储器进行寻址，可寻址 2K； $A_0 \sim A_2$ 作为与视频处理器 PPU 的通信； $A_0 \sim A_{14}$ 寻址范围 32K，用于读取系统软件； $A_{13} \sim A_{15}$ 与 ⑳脚 RKY (SYNC) 还作为双二线/四线译

码器的输入信号，产生分别选通随机存储器 PRAM、系统软件 PROM 和视频处理器 PPU 的片选信号。

⑳：地线。

㉑~㉘：8 位数据线组成的数据总线 PDATA，可在系统内与随机存储器 PRAM、系统软件 PROM、视频处理器 PPU 和输入电路进行通信，由 ㉙脚 R/W 的信号控制其工作方式（输入或输出）。

㉙：时钟信号输入端 CLOCK，由晶体振荡器产生时钟脉

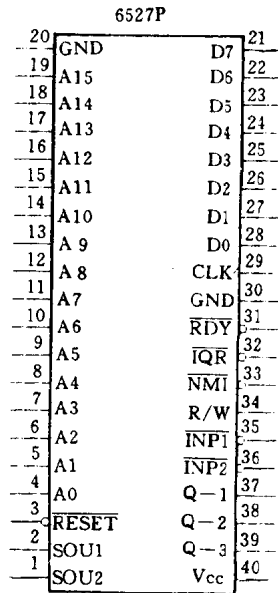


图 2-3 6527 CPU 引脚功能图

冲信号 CLOCK, 以协调各部分电路的工作。日本任天堂游戏机(NTSC 制)与国内游戏机(PAL 制)采用的中央处理器和视频处理器的时钟频率不同。任天堂机为 21.251465MHz, 国产机为 26.601712MHz。国内有的游戏机(如 TM616)采用两种时钟, CPU 为 21.47727MHz, PPU 为 26.601712MHz。

⑳: 测试端(调试用), 平时该端接地。

㉑: 同步信号输出端。向控制盒 I、II 发出时钟信号作为移位寄存器串行输出数据的驱动信号。

㉒: 可屏蔽中断请求信号输出端。此端可以用程序加以屏蔽, 不让 CPU 进入中断(游戏机中接至游戏卡, 一般不使用)。

㉓: 不可屏蔽中断请求信号输入端。外部设备通过此端送入低电平信号时, CPU 应立即无条件地中断当前的程序去执行外部设备所需要的程序。游戏机中作为图像处理器 PPU 执行好 CPU 指令后的回报信号线。

㉔: R/W 读写控制端。高电平为数据输入, 低电平为数据输出。

㉕~㉖: I 号、II 号控制盒的控制信号选择输出端。

㉗~㉙: 加载控制信号输出端。当 CPU 访问各输入设备时, 由该端发出加载命令。

㉚: +5V 电源输入端。

6527 CPU 管理的内存分布:

\$ 0000~\$ 00FF 系统零页;

\$ 0100~\$ 01FF 系统堆栈区;

\$ 0200~\$ 03FF 卡通图形定义区;

\$ 0400~\$ 07FF 数据暂存区;

\$ 0800~\$ 1FFF 空区;

\$ 2000 ~ \$ 3FFF CPU 的 I/O 区，分配给图像处理器 PPU；

\$ 4000 ~ \$ 7FFF 用户工作区；

\$ 8000 ~ \$ FFFF 系统软件存储和切换区，分配给程序存储器 PROM。

代换型号：KD841、87007、TA-03N、6005B、6005H、6005N 等。

2. 双 2 线/4 线译码器 74HC139

74HC139 含有二个独立的 2 线/4 线译码器。每个译码器有一个片选端 \bar{G} ，有四个输出 \bar{Y}_0 、 \bar{Y}_1 、 \bar{Y}_2 、 \bar{Y}_3 ，还有二个控制端 A 和 B。

四路输出中，由控制端控制，每次只能有一路输出低电平，其余三路输出高电平，所以也叫“四选一”译码器。

74HC139 的引脚功能见图 2-4 真值表见表 2-1。

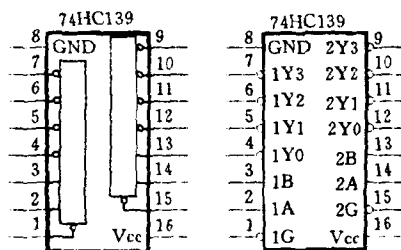


图 2-4 74HC139 引脚功能

表-2-1 74HC139 真值表

输 入			输 出				
赋能	选择		Y0	Y1	Y2	Y3	说 明
G	A	B					
1	X	X	1	1	1	1	未选中芯片
0	0	0	0	1	1	1	Y0 输出
0	0	1	1	0	1	1	Y1 输出
0	1	0	1	1	0	1	Y2 输出
0	1	1	1	1	1	0	Y3 输出

在游戏机中，双 2 线/4 线译码器接成图 2-5 所示的电路，其中译码器 2 的片选端 $\overline{2G}$ 接地，译码器 1 的片选端 $\overline{1G}$ 是受译码器 2 的 $\overline{2Y_2}$ 控制的。图中标出了每个输出端被选中的必要条件。

分配给程序存储器 PROM 的地址范围说明如下：

译码器 2 的 $\overline{2Y_3}$ 端接到程序存储器 PROM 的片选端 \overline{CE} ，当 A_{15} 和时钟信号均为 1 时 $\overline{2Y_3}$ 被选中，也就是选中了 PROM。PROM 有 15 条地址输入线 $A_{14} \sim A_0$ 。当 $A_{15} = 1$ 时，PROM 的 16 位地址码为：

$$1A_{14} \cdots A_0$$

所以 PROM 的地址范围是从

$$1000\ 0000\ 0000\ 0000 = \$8000$$

开始，一直到

$$1111\ 1111\ 1111\ 1111 = \$FFFF$$

共有 $2^{15} = 32K$ 个地址单元。