

# 家电维修技术 精华丛书⑧

—— 游戏机 家用微电脑 计算器

主 编 龚兰方

电子工业出版社

(京) 新登字055号

### 内 容 提 要

本书为首届全国《家电维修技术精华》征文大赛一类系列丛书之一，主要内容包括 电视游戏机、家用微电脑、计算器 部分。文中对各部分的原理进行了概述，在此基础上，对各种机型的故障现象、产生原因、维修方法进行了详细的叙述，特别是维修者经验的总结，更对读者有启迪作用。

本书适宜于中学文化程度的电子爱好者、专业维修人员、有关专业的中专、职业高中师生阅读。

## 家电维修技术精华丛书⑧ ——游戏机 家用微电脑 计算器

主 编 龚兰方

责任编辑 平凡

电子工业出版社出版（北京市万寿路）

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

北京顺义李史山胶印厂印刷

开本：850×1168毫米 1/32 印张：7.25 插页：11 字数：220千字

1992年1月第 版 1992年1月第 次印刷

印数：20100册 定价：5.40 元

ISBN 7-5053 1589-7/TN·454

# 目 录

<b>第一部分 电视游戏机</b> .....	( 1 )
自制综合诊断仪 巧修电视游戏机 .....	肖俊武( 1 )
2600型游戏机硬件原理与检修 .....	张日宁( 15 )
电视游戏机电路分析与故障检修 .....	王世尧( 29 )
任天堂TM-616型系列游戏机常见故障与检修 .....	陈明润( 36 )
电视游戏机制式转换电路的原理与检修 .....	蒋世雄( 44 )
VLDED GAME游戏机改装一例 .....	杨水良( 48 )
游戏机开关电源的故障分析与检修 .....	周安家( 50 )
小改616游戏机.....	黄焰华( 55 )
家用游戏机检修五例 .....	贾宝中( 57 )
2600型八合一游戏卡修复一例 .....	沈建富( 63 )
游戏机控制手柄连发失效修理 .....	林建强( 66 )
任天堂游戏机CPU、PPU以及制式变换电路的代换.....	陈建华( 68 )
常见游戏机控制手柄的代换 .....	陈建华( 74 )
<b>第二部分 家用计算机</b> .....	( 78 )
中华学习机开关稳压电源的原理与维修 .....	王有志( 78 )
微型计算机电源的检修方法 .....	李明显( 87 )
IBM-PC/XT个人电脑故障维修 .....	汤一平( 106 )
微电脑显示器故障维修 .....	王一枫( 156 )
中华学习机软盘驱动器接口原理与维修 .....	朱文祥 赵锦明( 162 )
中华学习机键盘电路原理与维修一例 .....	黄建设( 169 )
家用电脑故障维修 .....	张海晖( 178 )
PC-81型娃娃电脑故障检修.....	沈建富( 181 )
<b>第三部分 电子计算器</b> .....	( 183 )
电子计算器的选购、使用与维修 .....	黄注春( 183 )

# 第一部分 电视游戏机



## 自制综合诊断仪、巧修电视游戏机

肖俊武

电视游戏机是微电子技术和计算机技术发展的产物。实际上就是一部微型计算机系统，通俗地讲，就是一部微电脑。电视游戏机深入到家庭，深为孩子们喜爱，也吸引着许多大人。不仅如此，专门设计的游戏机还可以用于军事训练，用于模拟空战演习，用于汽车驾驶员培训……。短短几年里，电视游戏机得到了迅速发展，产品不断更新、运用更加广泛。有的游戏机配上键盘，可以用于中小学生学习BASIC语言，完成数学训练……等。家用型游戏机已经发展了几代产品。第一代是8500，8600型简易游戏机。第二代是2600型。第三代是目前比较流行的以任天堂、小天才为代表的机型。几种机型结构差异比较如表1。

表 1

	2600型 (DY-2600 雅利达2600 溢龙汉龙等)	任天堂, 小天才(胜天、阿罗士等)
主 芯 片	CPU · 6507寻址8K字节 视声频处理器, 6526寻址64k字节	CPU, 6527P寻址64K字节 PPU, 视频处理器6528P, 寻址16K字节
游戏卡容量 (一节目)	4K字节 (卡座24脚)	24K字节以上 (卡座60脚)

RAM	128字节	CPU用2K字节 PPU用2K字节
主时钟	CPU、1MHz	21.25MHz或26.6MHz
操纵器 输入方式	并行方式	串行方式，通过CD4021实现
声响效果	简单而断续、无背景音乐	音乐系两路合成、复杂好听、可有全背景音乐。
图像效果	图案简单、造型粗糙	图案复杂、色彩丰富、造型多变，并能不断产生新图像、可增加生命、节日趣味性强。
发展前景	价廉、有一定市场、需改进但受容量限制	有发展前途，卡向可擦可写方向发展。 发展主流：主机为游戏机+键盘 BASIC家用小电脑。

## 一、弄懂电脑，脑中有道

对电视游戏机原理应该有一般的认识，也就是要对电子计算机的原理应有一般的认识。作为一个修理人员，不仅要搞清楚硬件原理，还应对软件有所了解。计算机工作方式和收录机，电视机不一样，它的信息流向并不单一。计算机的信息基本上有四种：地址信息、数据信息、控制信息、软件信息。地址信息是单向的，由CPU向外。数据信息是双向的，既可读进，也可输出。而控制信息有的向外，有的向内。软件信息是向内的一组特定的数码，由CPU读进并执行。结构及信息流向见图1。

游戏机由微处理器和视频处理器构成二级计算机系统，其软件均在游戏卡中。电源接通，上电复位CPU开始执行监控程序，RAM<sub>1</sub>用来暂存数据，把图像数据送给PPU转换成全电视信号，并且合成声音由SOU<sub>1</sub>和SOU<sub>2</sub>输出，形成背景音乐，此刻

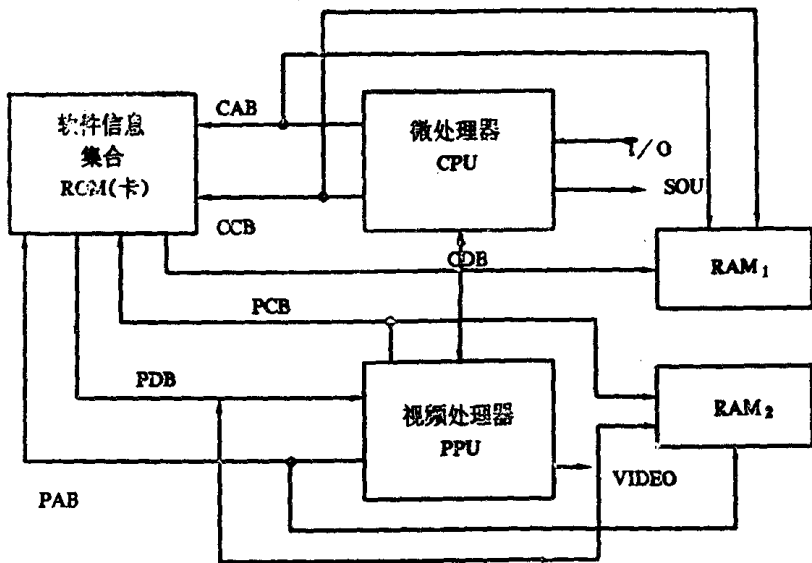


图 1

出现游戏封面，同时不断读取操纵盒送来的串行数据，一当选择键按下，再按下开始键，CPU识别后，进入新的程序即游戏程序。如果按复位键，又重复上述执行程序过程。在执行游戏程序时，CPU不断读取游戏程序和数 据，产生音乐，同时把数据送入PPU产生图像，同时又不断读取操纵盒送来的串行信号，识别上下左右、抢击，快速连击等信号。

图像发生的过程是PPU将CPU送来的数据转换成地址信号作为RAM<sub>2</sub>和视频只读ROM的地址信号，读出数据，经并/串变换转化成PAL制全电视视频信号输出。

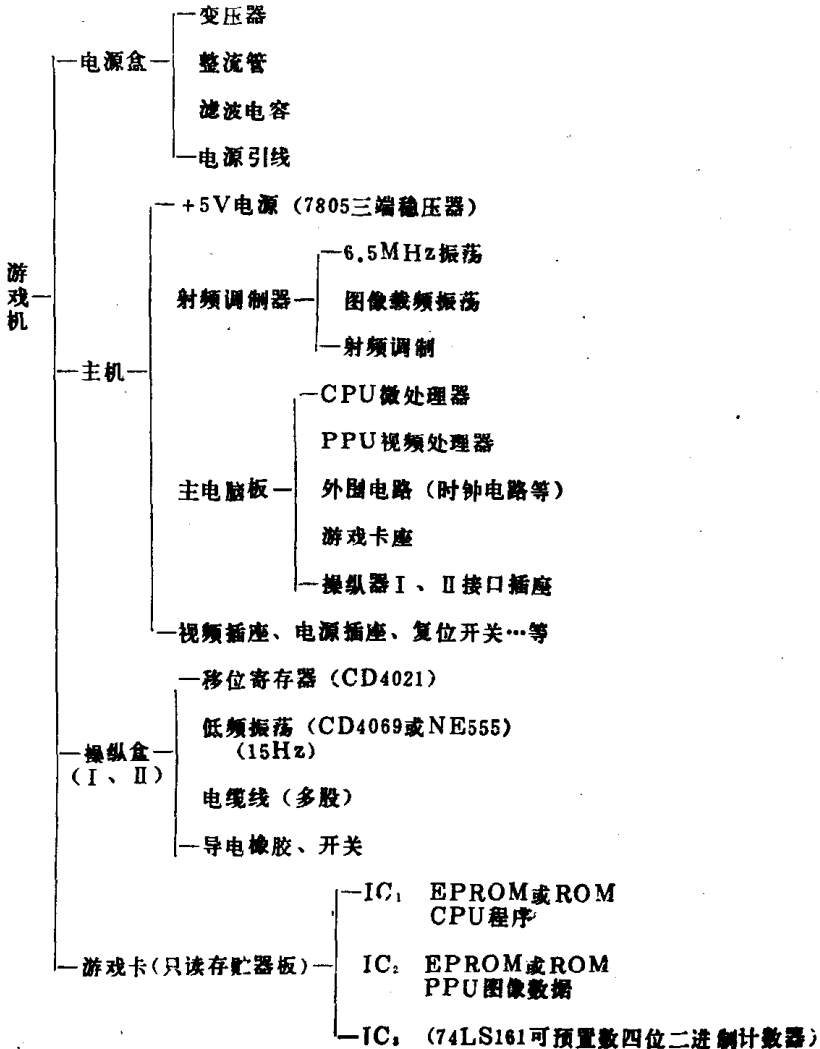
## 二、化整为零，零中去找。

拿到一部有故障的游戏机，不要急于打开后盖，要先想清楚，把机器化整为零，分成一小块一小块，一块一块地排除，最后确定真正故障部位。一般来说同时在几个部位同时损坏的概率

比较小，除非机器是摔坏的，才有可能几处同时损坏。

分级化块，化整为零见表2。按表2给出的块状图、逐级分析，逐块判断，逐块否定，最后确定故障准确部位。

表 2



下面仅举几例加以说明。

〔例1〕 故障现象 一台红白机开机后没有任何反应，无图像，无伴音。

分析与检修 这种现象可能的原因有电源盒无输出；主机无+5V电压，7805损坏；射频调制器故障；视频插座和视频线，电源插座故障。其中损坏率最高的是主机+5V电源集成块7805损坏。检查时，首先用万用表测量电源有无输出电压，如有电压且在10V左右（空载时），则进一步检查视频插座和视频线，如果正常，不必打开主机后盖、先不要插游戏卡，用表测量一下卡座30脚和1脚之间的电压，如果没有+5V电压，则是7805有故障或电源插座有故障。打开后盖，量一下7805的1脚，如果无电压则一定是插座问题，如果有电压约在9V，则一定是7805损坏，换掉后即可排除故障。

〔例2〕 故障现象 一台2600型机，使用者称该机系友人所赠，从未出过伴音，其它均正常。

分析与检修 台湾产机采用PAL-B制式，伴音载频为5.5MHz，而大陆采用PAL-D制式，伴音载频为6.5MHz。问题出在射频调制中伴音载频振荡部分，最后归结到伴音中周上。采用改频的办法。打开后盖，找到伴音中周的位置，将伴音中周磁芯旋出6mm左右，调出伴音为止，然后用蜡封住即可。如磁芯完全调出还不能收到伴音，则需要用一适当的铜螺丝取代磁芯，适当调节即可。这样把谐振频率调到6.5MHz位置上。

### 三、自制综合诊断仪

计算机系统的各部分严格地按照一定的时序，即由一个统一的时钟指挥，合乎逻辑地传递各种各样的信号，协调地工作，完成各种各样的操作。在集成电路各个脚上出现一定规律波形，分析这些波形的关系，就可以分析判断工作情况是否正常。专业修理人员可借助示波器，借助专用的逻辑分析仪或逻辑分析卡



(和PC机配套的一种分析接口板), 而一般修理人员是无力购置这些贵重仪器的。

这里介绍的综合诊断仪, 适合自制、价廉, 使用方便同样可以对计算机系统各部位进行寻踪、比较。可迅速判断故障所在。

综合诊断仪设计成积木式结构, 由六个单元积木块组成。使用时用香蕉插头引线适当连接, 构成各种功能的仪表。本仪器不用专设的电源, 而用夹子夹在游戏机 + 5V 电源上。本仪器的另一个特点, 就是大多数情况用“听诊”的办法, 这样眼睛不用看仪表, 可以把注意力放在电路上, 使用特别方便。

工作原理及构成见插图1。有六个单元块。

1单元: 逻辑电平发送单元, 由三个CMOS反相器构成, 可以产生三种逻辑电平。当 $K_1$ 断开时, 电路产生两种频率的方波。频率由 $K_3$ 选择,  $K_3$ 断开时产生约15625 Hz的行频脉冲,  $K_3$ 闭合时产生约150 Hz的低频脉冲。当 $K_1$ 闭合时, 可以产生逻辑“1”和逻辑“0”信号,  $K_2$ 断开时输出“1”,  $K_2$ 闭合时输出为“0”, 来回拨动 $K_2$ 时可以产生单次的正脉冲或负脉冲。

2单元: 放大单元, 由三个反相串接而成。反馈电阻 $R_7$ 使其工作在线性放大状态, 并提供合适的直流工作状态。放大倍数 $A_v = R_7 / R_5 = 200$ 倍。

3单元: 检波单元, 由两个2AP9构成, 外接万用表50 $\mu$ A档配合使用。

4单元: 分频器, 由CD4060完成。 $D_3, D_4$ 为保护管。分频档次为 $\pm 2^4 \sim \pm 2^{14}$ 共10个档次, 没有 $\pm 2^{11}$ 档。输入端加入较高频率信号, 输出端对应得到的分频后的信号频率为:

$\pm 2^4$ 档: 62.5 kHz / MHz

$\pm 2^5$ 档: 31.25 kHz / MHz

$\pm 2^6$ 档: 15625 Hz / MHz

∴ ∴  
∴ ∴

$\pm 2^{13}$ 档: 122Hz/MHz

$\pm 2^{14}$ 档: 61Hz/MHz

5单元: 逻辑识别单元, 这个识别电路与众不同, 它是用振荡频率的变化来区分的, 即用耳朵听逻辑电平, 而不是用眼睛看, 这样眼睛解放出来了, 可以专心地看电路板。

电路由对基电路555和一支晶体管来组成, 仔细选择 $R_{10}$ , 使 $T_3$ 工作在放大状态, 处于一种微导通状态。当 $U_{14}$ 输入端开路, 或者被测电路处于高阻态时,  $T_3$ 微导通。输入为高时 $T_3$ 完全导通。输入为低时, 则 $T_3$ 截止, 这样三种输入对应三种频率的振荡输出。

输入为低: 振荡频率约900Hz

输入开路 (或高阻): 稍高 $>900$ Hz

输入为高: 最高

周期信号 (慢速): 交替出现, 类似调制声。

6单元: 耳机推动单元, 由NPN和PNP管构成, 可以推动耳机工作发出声音。

上述综合诊断仪就象医生的听诊器, 借助耳机监听声音的变化, 可以迅速判断故障情况。实际使用时, 将各单元适当组合而成。

如3单元独立使用, 可以检查时钟振荡电路。用1单元独立使用, 可以注入各种逻辑信号, 而用5单元监测集成电路输出端的逻辑电平变化。

又如1单元和2单元组合可以测试电缆线断点位置。

如用4单元和6单元配合可以检查游戏封面程序运行时地址信号的规则变化……等。

面板结构见图2, 线路板用一块实验板。

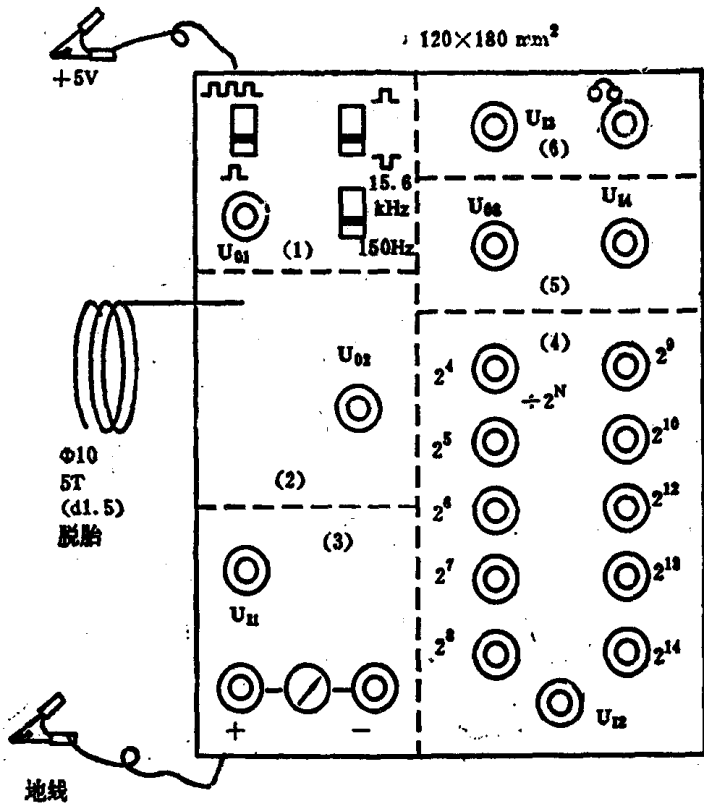


图 2

#### 四、信号寻踪，踪迹比较（如何使用综合诊断仪）

下面结合实例，谈谈如何使用这部仪器，进行故障诊断。

〔例3〕 故障现象 一台616型机，复位键无功能，电视机只显示细彩条，而无正常图象和音乐，无法进入正常游戏。

分析与检修 既然能够收到细彩条，可以说明视频信号和同步信号通过射频调制器输出。为了证实这一点，用1单元送出150 Hz信号注入到IC<sub>6</sub>⑭脚（电路参见《电子报》89年合订本381页），这时喇叭里有较大的150Hz的声音。用6单元接到IC<sub>7</sub>（PPU）

②脚，可以听到行频啸叫声（经常修理电视机的对这种行频啸叫声极为熟悉），说明PPU工作正常的。但是PPU的工作是受IC<sub>0</sub>CPU的控制而起作用的，那么CPU工作不正常的可能性较大，对PPU不能正确的控制。我们很容易想到是否CPU损坏，但经验告诉我们CPU损坏率很低，而外围电路坏得较多，所以不要轻易下结论是CPU坏，当然也不排斥CPU坏的可能。那么影响CPU工作的外围电路主要有四个部份，电路如图3所示。电源部分很容易用万用表测出，游戏卡用一般比较好的。复位电路，可用1单元注入负脉冲到IC<sub>0</sub>③脚，看有没有作用，经查仍然没有作用。那么应该检查时钟电路，用3单元接入IC<sub>0</sub>⑳脚，万用表指针不发生偏转，为进一步证实，可用4单元经 $\pm 2^\circ$ 分频输出接6单元监听IC<sub>0</sub>地址信号线A<sub>0</sub>，A<sub>1</sub>……如果正常在A<sub>0</sub>上应听到一定频率的叫声，在A<sub>1</sub>处应听到是降八度的音响，在A<sub>2</sub>处应听到再降八度音。结果没能听到，进一步证实了时钟信号没有到CPU上。

进一步检查时钟，616型机CPU和PPU各自有独立时钟，CPU由独立的21.47MHz时钟供给，测量IC<sub>0</sub>⑳直流电压为0V，正常值应是2V上下（有振荡时测出的是一周内的平均值）。检查振荡电路，如图4，可能是晶体管坏，也可能是外围元件坏，用3单元检查晶体管集电极，万用表指针偏转，证明振荡电路正常，那可以肯定是耦合电容51p出问题。仔细观察发现51p电容起根部

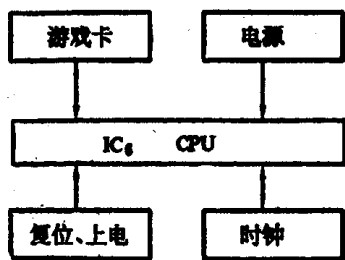


图 3

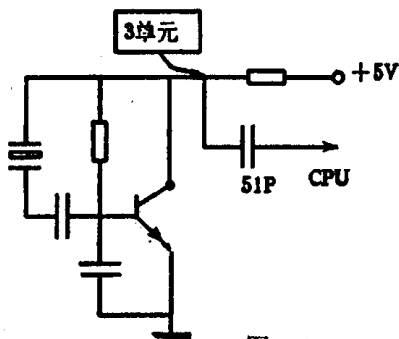


图 4

断，换一电容故障排除。

〔例4〕 故障现象 一台616型机开机时图象，伴音操纵均正常，游戏数分钟后，失去控制，画面停止、变淡，最后出现和例3一样的现象，只有细彩条，关机后稍停片刻，再开机又重复出现上述现象。

分析与检修 本例和例3类似，可以判断是CPU外围电路故障，往往是元器件因过热而软击穿所致。由于开机时正常，说明能自行上电复位，复位电路正常。用3单元监测图5中晶体管集电极，开机后万用表指针有偏转，数分钟后表针回零，振荡消失，用手摸晶体和晶体管发现晶体管微热，属晶体管特性变坏，更换晶体管后即恢复正常。

〔例5〕 故障现象 一台红白机，有游戏封面，有背景音乐，但是按操纵器按键无作用。

分析与检修 有游戏封面和背景音乐，说明主电脑板已运行初始监控程序，监控程序中不断地读入操纵盒发出的信号，无法操纵说明可能问题在主电脑板和操纵盒连结的接口电路插座松动，或操纵盒上，也可能是操纵盒电缆线发生断路故障，因为电缆线经常扭动，所以易于断路，这种故障率比较高。所以先检查电缆线是否有断线。打开主机后盖和操纵盒后盖，拔开电缆插头，用万用表电阻档测量电缆线发现红线断。确定断点位置，可用<sup>1</sup>单元放在15625Hz振荡位置，按图5检查断点位置。L在断点左

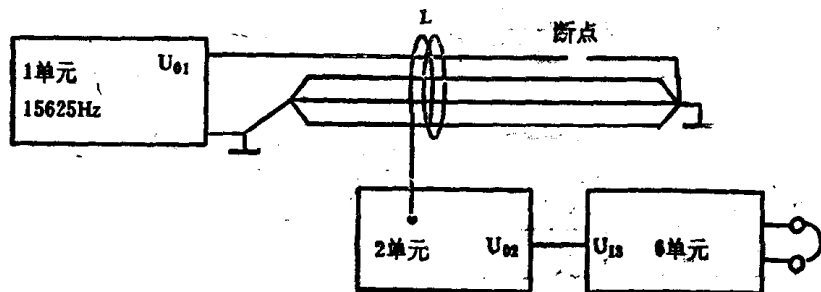


图 5

边，耳机可以听到行频啸叫。L在断点右边，声音消失，因而可以断定断点位置。接通断点即排除故障。

〔例6〕 故障现象 一台小天才机，有稳定图象，但图象画面混乱，声音正常，有背景音乐。

分析与检修 声音正常说明CPU工作正常，图象稳定说明有视频信号和同步信号。这说明PPU是好的。时钟也没有问题。可能PPU的外围芯片有故障。见图6。PPU主要外围有IC<sub>5</sub>。

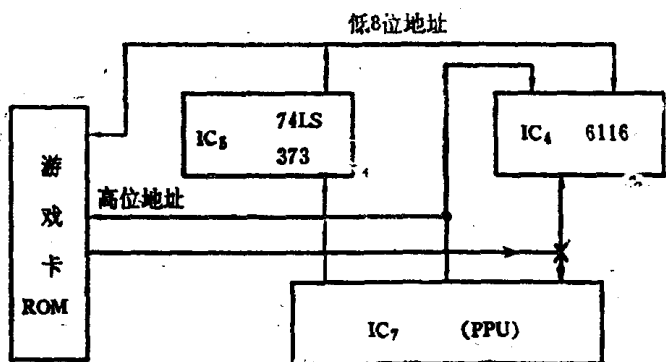


图 6

(74LS373) 将低位地址锁存在输出端，有IC<sub>4</sub>作图象数据寄存器。从现象分析应该是地址信息有问题，那么可能性比较大是IC<sub>5</sub>。由于IC<sub>5</sub>焊死在线路板上，而IC<sub>4</sub>、IC<sub>7</sub>都有IC座。用后拔器轻轻拨开IC<sub>4</sub>、IC<sub>7</sub>。下掉游戏卡。这样将IC<sub>5</sub>孤立在线路板上。用6单元接到5单元后监听。将5单元输入端子接到IC<sub>5</sub>①~⑦各端上轮流监听。将1单元注入正脉冲信号到IC<sub>5</sub>⑧脚，由于IC<sub>5</sub>输入端D<sub>0</sub>~D<sub>7</sub>开路相当高电平，那么在①~⑦应监听到高电平，即高频的音响。然后引一根地线分别到D<sub>0</sub>~D<sub>7</sub>，用1单元注入正脉冲到IC<sub>5</sub>⑧，则在①~⑦上应监听到低频率声响。经查无法注入单次正脉冲，无法锁存信号。为了进一步证实，将1单元置于15625行频振荡状态，再注入IC<sub>5</sub>⑧，但在①~⑦上监听

到的信号不变。由此证实IC<sub>5</sub>失效。小心换IC<sub>5</sub>，再插上IC<sub>4</sub>，IC<sub>7</sub>接通电源恢复正常。

〔例7〕 故障现象 一台红白机原运行正常，突然无伴音，其它均正常。

分析与检修 把电视机音量调大，仍无伴音，只有较大的噪声。射频调制器没有问题，PPU也没有问题，CPU也能运行程序。说明伴音通过的路径上有故障。伴音走向如图7所示。为了准

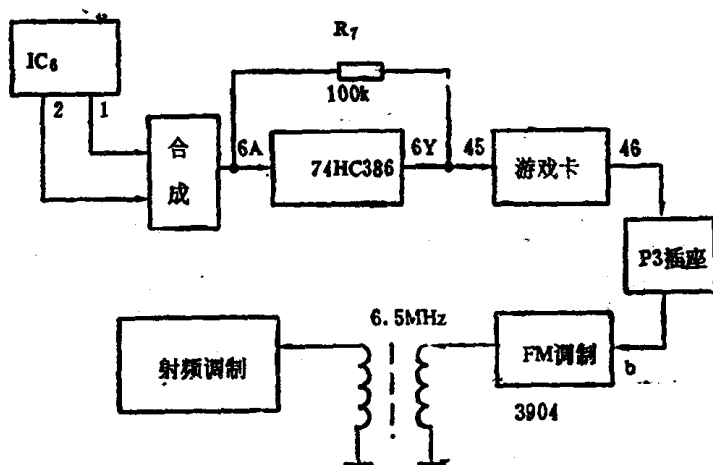


图 7

确判断故障位置，可用1单元注入150Hz低频信号，从FM调制即3904基极开始注入，电视机中能收到伴音。然后在游戏卡座⑤注入低频信号，也能在电视机中听到。直到继续在IC<sub>5</sub> (74HC368) 6A④脚注入，伴音消失，可判断74HC368一个反相器失效，该反相器R<sub>7</sub>反馈，使其工作在放大状态。为了进一步证实，用6单元在IC<sub>5</sub> 6A处监听，确实有音乐。进一步可用一导线短路R<sub>7</sub>，伴音出现，只是声音较小。换同一型号集成块，即排除故障。应急时可用-10μF的电容并在100k两端即可。

值得注意的是在伴音通道上任何一个元件损坏都会导致无伴

音故障。如另一台616型机故障和上述一样，但问题出在3904管用3DG8换之，故障排除。

## 五、实践多思，思境逐高

游戏机的修理技术是一门艺术，具有很强的实践性，要多实践，多思考，特别要多借鉴别人的经验，总结自己的经验，注意积累资料。只有善于总结，才能逐渐提高，修理起来就得心应手。

〔例8〕 有一台游戏机，不慎被小孩掉进水池中，求助于我。

分析与检修 笔者曾经看到一份资料，介绍别人的经验：有人将落入水中的收录机烘烤过急，导致全机损坏变形，无法修复。借鉴了别人的经验，笔者这样处理：打开后盖用卫生纸多层包住印板，数小时后，用一电吹风，开到冷风档，吹接插件及印板。然后找几包仪器用干燥剂，用一干燥塑料袋把印板及几包干燥剂密封在内放置24小时以上，千万不要性急，待全干后再通电试验，机器恢复正常。

根据笔者经验，将出故障的情况总结如下：

最易出故障部位：操纵盒工电缆线断。2600方向按键磷铜片触点接触不良。操纵器方向按钮触点导电橡胶变形。

易出故障部位：电源盒输出插头内断线。主机7805坏。操纵器连发开关坏。

较少出故障部位：主机复位开关坏。IC<sub>5</sub> (74LS373) 失效。时钟停振。射频调制器频偏过大。晶体失效。IC<sub>7</sub> PPU失效。

最少出故障部位：IC<sub>6</sub> CPU

以上不一定十分准确，是笔者从有限的修理经验中总结出的，仅供借鉴。



## 作者简历

肖俊武 1946年10月生。武汉工学院电子技术教研室主任，讲师。1969年毕业于武汉大学物理系无线电专业。一直从事电子技术教学及科研工作。有十几篇论文发表，有几项科研成果。中国自动机研究会会员。中国汽车工程学会会员。