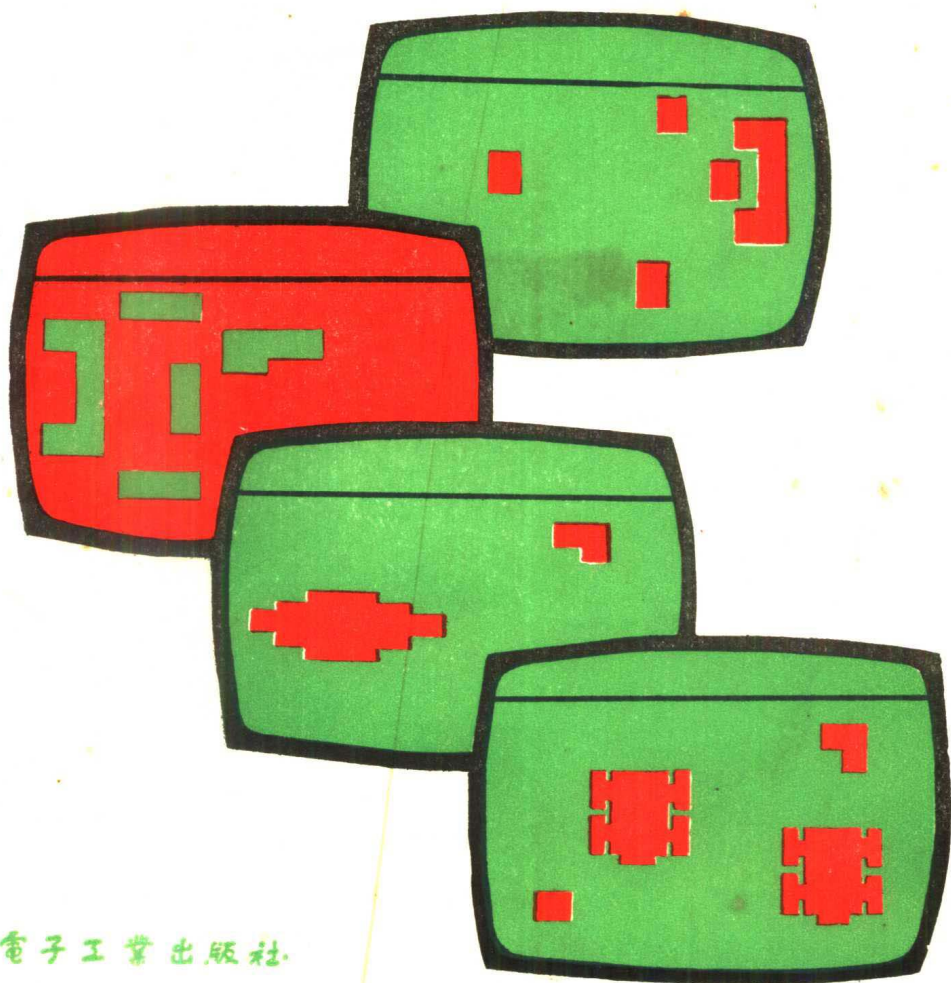


电视游戏机的 业余制作

宁汉林等 编译
朱德懋 校



电子工业出版社

电视游戏机的业余制作

宁汉林 陆 林 林美平 编译

朱德懋 审校

电子工业出版社

内 容 提 要

本书是一本专门介绍现代电子游戏机的书。它细详的叙述了电视游戏机的基本原理和制作方法。内容包括固定和活动游戏图象的产生和显示、复杂游戏图象的旋转和回弹、游戏记分计时电路及音响效果。书内提供了大量的实际游戏系统和电路给读者制作练习，所选用的 TTL 集成电路，都是市场上能够买到的，有利于读者设计与制作。

本书可供广大业余无线电爱好者、大、中学生，从事电子游戏机生产、维修的工程技术人员和工人阅读。

电视游戏机的业余制作

宁汉林 陆林 林美平 编译
朱德懋 审校
责任编辑 王柱曾

电子工业出版社出版（北京市万寿路）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京市顺义县赵全营燕京印刷厂

开本：850×1168毫米1/32 印张：15.375 字数：412千字

1987年8月第一版 1987年8月第一次印刷

印数：1/8,000册 定价：3.65元

统一书号：15290·486

前 言

自古以来，游戏就是人类生活，特别是青少年生活不可缺少的一部分，它随着科学技术的发展而发展，是人类文明标志之一。

二十世纪七十年代，由于电子技术和彩色电视技术的发展，世界上出现了电子、电视游戏机，游戏内容丰富多采，形象逼真，变化无穷，趣味性远远超过了传统的玩具，吸引了广大的青少年和成年人。在很短的时间内，就风靡全球，成为最时尚的娱乐器具和开发智力的工具。

我国已有不少书籍介绍了电视和微处理机，但是介绍电视游戏机的书为数极少，为适应广大业余爱好者利用电视机自己动手制作游戏机，我们根据（美国）D.L.赫斯曼所著的《如何设计和制作电视游戏机》一书编译了这本书。

本书详细地叙述了电视游戏机的基本原理和制作方法，内容包括电视的基本知识，固定和活动游戏图象的产生和显示，复杂游戏图象的旋转和回弹，以及游戏记分记时和音响电路等。

本书的特点是从浅到深，逐步地引导读者如何设计和制作游戏机。书内有许多完整的实际电视游戏机电路，供读者制作练习。我们的意图是想通过本书，来启发读者的想象力和创造性，并把它应用到游戏机的设计和制作上。如果读者能做到融会贯通，就可以设计和制作适合自己爱好的电视游戏。

业余爱好者很容易从市场上选购到各种电子元器件，其中包括模拟和数字的集成电路，例如三端稳压电源、CMOS集成电路和TTL集成电路，尤其是TTL集成电路的品种齐全，价格低廉，业余爱好者都具备购买条件，所以，本书收集的各种游戏机

电路，一律采用 TTL 集成电路，这对读者来说是十分有利的。

对没有数字电路知识的初学者来说，阅读本书前面几章的困难不会很大。但随着工作的进展，读者需要补充学习基本的数字电路，这时候需要阅读参考书。若将阅读所获得的知识，应用到电视游戏机的制作上，这就是一种较好的学习方法。

本书在编译中，为了叙述的方便，采用了一些英文缩写词，读者可参阅附录Ⅲ的缩写词。

本书的编译出版应该感谢电子工业部通讯广播电视工业管理局隋经义总工程师，他亲自向出版社写了推荐书，给了我们很大的鼓励。朱德懋同志审校了全书，提出了很多宝贵的意见，在此表示感谢。

由于我们的水平所限，书内缺点和错误在所难免，敬请广大读者批评指正。

编译者 1986年6月

目 录

第一章 电视机与电视游戏机	(1)
电视光栅——基本的电视游戏机系统——怎样运用本书知识—— 装配游戏机系统	
第二章 原始信号单元	(8)
原始信号单元的组成——电源——行信号源板——场信号源和复 合视频信号板——射频调制器——机械结构上应该考虑的一些问题	
第三章 固定图形的产生	(25)
直接由计数信号产生线和条——线/条调试板——产生相隔较远的 平行线和条——产生矩形——在屏幕上合成固定图形——一些有趣 图形的建立	
第四章 建立复杂的固定图形	(60)
复杂图形调试板——地址矩阵概念——32方格矩阵发生器的工作 ——64方格矩阵发生器的工作——增加屏幕上相同图形的数量	
第五章 建立受控运动图形的电路	(114)
受控运动图形调整板——游戏者控制的简单运动——追逐游戏 ——给游戏者控制器加“惯性”——复杂图形的手动控制——图形 自动运动	
第六章 若干实用游戏控制电路	(153)
游戏的启动和移位控制——图形接触检测电路——图形运动初始 化控制——一个基本的导弹攻击游戏——初始位置、速度和方向， 三个变量的编程——跟踪性质	
第七章 战争游戏	(196)

第八章 可编程的位置和运动控制	(265)
可编程的图形位置控制——通用位置编程器——九穴高尔夫球—— 伏击游戏——突击队员攻击游戏	
第九章 记分和记时	(334)
数字的产生——数字发生器电路——记分电路——记时电路——现 有游戏机记分和记时电路的装设	
第十章 图形回弹效果	(368)
灵活的回弹控制系统——弹子球游戏	
第十一章 复杂图形的活动与旋转	(400)
图形的活动——图形的旋转——图形旋转和越过屏幕的运动相结合	
第十二章 音响效果	(442)
场计数信号产生的音响——不用场计数信号源产生声音	
附录 I 二进制输出	(451)
附录 II 数字集成电路	(453)
附录 III 缩写词	(476)
导弹攻击 III——鱼雷攻击游戏——空中激战游戏	

第一章 电视机与电视游戏机

电视机的普及在国外已有25年的历史，然而最流行的电视游戏机的发明是近十几年的事。看起来在发展电视技术的初期，就可能发明电视游戏机，但是却并没有这样，为什么呢？因为过去发展游戏机成本太高，人们望而生畏，只有到现在才成为可能。

本章叙述电视机和电视游戏机的基本原理，简要说明现代的电视游戏机怎样接入一般的电视接收机。如果对这些没有基本的了解，我们就不可能设计流行的电视游戏机，虽然你可以照搬书上一些具体的游戏机电路，但是对整个系统的工作不了解，那就失去了买书学习的意义了。

电 视 光 栅

简单的说，电视光栅就是在电视机荧光屏上可以看见的细水平线组成的图形，不管电视机是否调到某个电视台，它都产生光栅。光栅是由电视机内部自身产生的。

如图1-1(a)示：光栅在荧光屏上扫描而成，一次一条水平线，从左上角开始向右下角移动，每一条水平线都从左到右。电子束到右边后，首先消隐，然后回到左边，开始下一次扫描，当行扫描到达右下角时，电子束消隐，返回到屏幕顶端，又开始下一帧新的扫描。

荧光屏上光栅的一系列直线，是由两种不同的扫描产生的。相对快的行扫描和相对慢的场扫描结合在一起，行扫描使电子束从左向右移动，场扫描使每条线略低于前一条线。

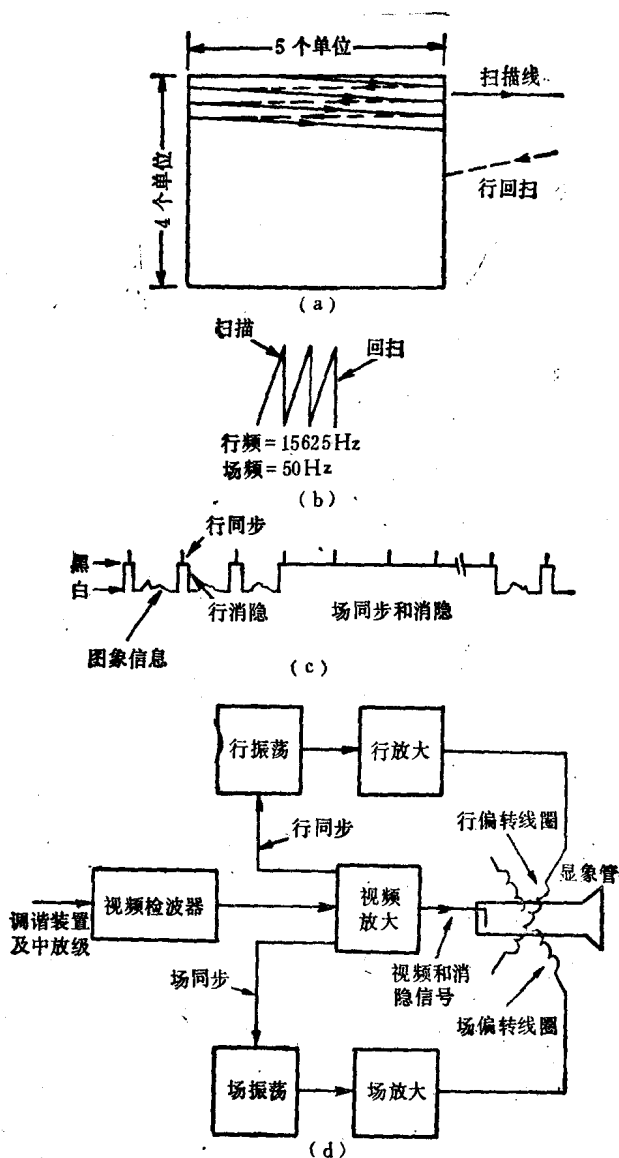


图1-1 产生电视光栅 (a) 呈现在荧光屏上的基本光栅
 (b) 行和场光栅扫描的锯齿波特性 (c) 复合视频信号波形
 (d) 电视机中与电视游戏机有关的方框图

图1-1 (b) 所示是用于行扫描和场扫描的锯齿波。当锯齿波的电平随着时间升高时，电子束在屏幕上也相应地按比例移动，在扫描电路中，需要两个这样的波形，一个用于行扫描，另一个用于场扫描。

行和场的锯齿波不同之处，仅在于它们的频率。行锯齿波的频率为15625Hz，而场锯齿波的频率大约50Hz左右，从这些图形中我们可以推算出，每一场约有312.5根行扫描线，电视电路采用了隔行扫描技术，即在一帧里有两次完整的场扫描。

帧频为25Hz，每一帧有625行（其中312.5行在第一场，另外的312.5行在隔行扫描第二场）。

本书中的电视游戏机电路，没有使用隔行扫描技术。因此我们涉及的图形都是行频为15625Hz，场频为50Hz。

行、场锯齿波都是由接收机内部的行、场振荡器产生，当电视机接收电视台或电视游戏系统的信号时，为了使图像稳定，振荡器必须同步，当输入视频信号失去同步控制时，会使图像垂直滚动或水平撕裂。

图1-1 (c) 是电视台发射的典型视频信号。行同步脉冲叠加在行消隐脉冲上面，由于行扫描的次数远比场扫描的多，故行同步和行消隐脉冲在复合视频信号中占主要地位。

在图1-1 (c) 中宽的场同步和消隐脉冲上面载有行同步脉冲，在相对比较长的场回描时间内需要保持行同步，如果在此期间不能保持行同步，图象就会在屏幕左上角失步，而且电子束到达之处不再消隐。

图1-1 (d) 所示的方框图是电视接收机中与电视游戏机有关的部分。行和场同步脉冲从视频放大器中取出，用于同步各自的锯齿波振荡器，锯齿波经过放大后加在显象管颈部的线圈上，它们产生的电磁场确定电子束的位置。

实际的图象信息和消隐信号，加在显象管的阴极去调制电子束的亮度。消隐脉冲具有的极性使电子束完全截止。较低的电压

产生不同的灰白度，参看图1-1(c)中复合视频波形，“黑”色电平接近顶部，而“白”色电平接近底部。

行消隐脉冲之间的图像信息，产生灰色的阴影，电平越低，屏幕上的点越白。

本书对电视系统没有全面地介绍，只涉及到一些与电视游戏机工作有关的原理。读者需要详细了解电视系统的话，请参阅有关的电视教科书。

基本的电视游戏机系统

电视游戏系统的整个目的，就是在屏幕上产生具有各种形状和运动的图象，它们是根据具体的游戏方案设计的，而这些图象必须在电视系统中产生，这意味着在游戏系统中要有行场同步、消隐信号和游戏图象信息。

实际情况表明游戏系统在任何时刻，都必须受到同步脉冲的控制。因此具有精确可靠的同步脉冲源十分重要，这不仅是操作游戏的需要，而且是在电视屏幕上控制电子束的需要。

游戏机系统由晶体振荡器进行同步，在这种情况下，振荡器的工作频率为14MHz。来自振荡器的14MHz脉冲经过9位二进制计数器后获得进同步所需的15625Hz脉冲。计数期间，行计数电路产生不同的二进制码图形。它指示出电子束在屏幕上的水平位置。请参看图1-2。

行计数电路的15625Hz的输出，使另外一个9位二进制计数器——场计数电路——计数。它产生所需要的50Hz场同步脉冲，与此同时也产生9位二进制码，指示出电子束在屏幕上的垂直位置。

这就是说，电视游戏机系统总是精确地识别电子束在显象管屏幕上的位置。一对二进制数码表示的坐标位置与一般绘图用的x、y坐标相似。

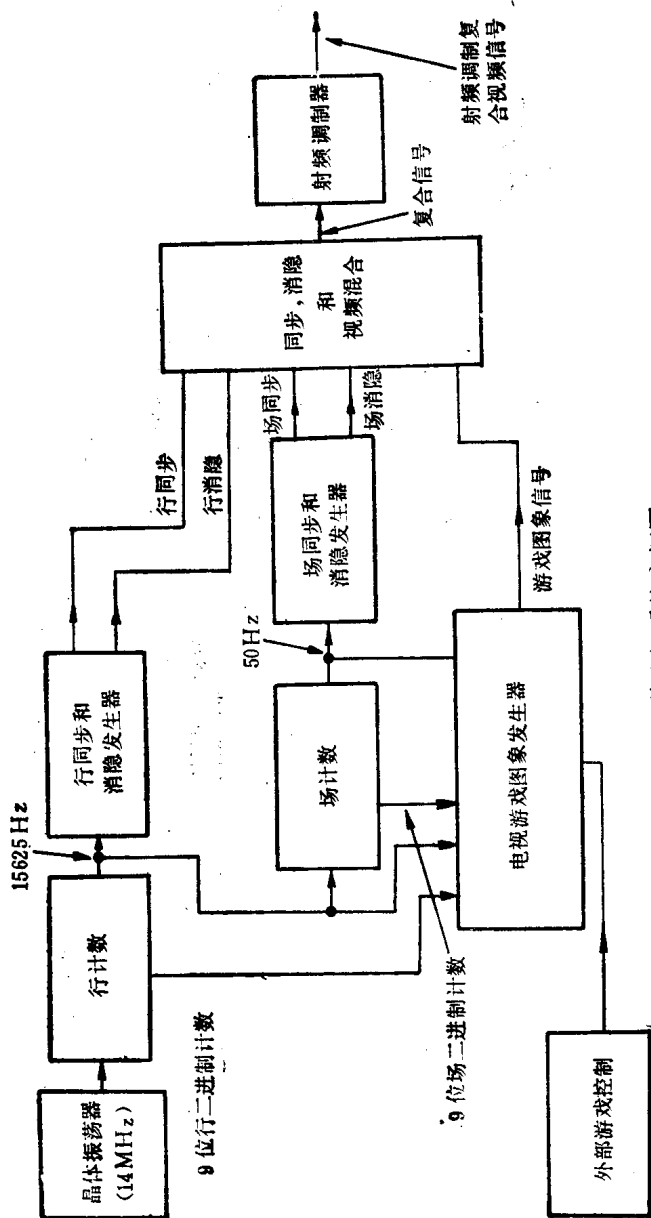


图1-2 基本电视游戏机系统方框图

由于游戏系统在任何时刻都知道电子束位于何处，因而有可能在屏幕上产生成象的白色或黑色视频电平。

图1-2上的同步脉冲、消隐脉冲和游戏图象信息组成复合视频信号。剩下唯一的一步就是把信号调制在射频载波上，它通过电视机的调谐器送入。如果复合信号直接加在电视机的视频放大器上，就可以从系统中省掉射频调制器，这就要在电视电路上做一些拆卸工作，而许多人不能或不愿意去做。

就本书而言图1-2方框图的基本部分对每一种游戏都完全一样，仅仅是游戏图象发生器和外部游戏控制器有所变化。大部分的电路都装在一个叫信号源单元的固定组件里。这一专门部分将在第二章中进行详尽的阐述。本书的其余部分将叙述游戏机的实验和范例，并指导游戏图象产生器，外部游戏控制器以及插入标准信号源的部件的设计。

怎样运用本书知识

本书通过一系列实验、范例、提示，指导电视游戏机的爱好者们设计出游戏机来。内容由浅入深，逐步介绍。假如不按顺序从中间开始学习的话，必将遇到许多困难，因为每一章的内容都是相互衔接的，并假定读者对前面的内容有了理解，才叙述后面的内容。

逐步掌握系统的理论，最好自己动手完成本书中所建议的实验。取得经验是设计游戏机的关键，而取得这种经验的唯一途径就是按本书所建议的去做。

本书开列出的元器件，都可以在商店买到。

装配游戏机系统

本书没有对游戏机的最后组装进行说明，它留给实验者发挥自己的智慧，巧妙地进行装配，这样，就不会让现有游戏机来限制人们的想象力和兴趣。

当然，这样做会给初学者增加一些额外负担，然而，还有比实验更好的学习方法吗？

第二章 原始信号单元

这里叙述的原始信号单元，包括了本书将要介绍的所有电视游戏机中通用的那部分电路。它是游戏机和电视接收机之间的接口电路，例如：原始信号单元产生同步和消隐信号，使光栅和游戏机同步工作。如果先不制作这部分电路，并且很好的掌握它，读者就不可能真正地理解以后各章中所要讨论的种种电路。

本章除了叙述电路的工作原理和介绍它的细节外，还要在制作技巧上给予某些具体的帮助，以及告诉读者如何调试这部分电路。

图2-1方框图表示原始信号单元所包括的各个基本电路。对于掌握了第一章内容的人来说，每一方块的用途是十分清楚的。至于每一方框详细的作用和原理，要在下面各部分中作进一步介绍，同时在适当的地方插入一些制作技巧方面的常识。

原始信号单元的组成

原始信号单元由以下10个基本电路组成。

1. 电源——电源向原始信号单元所有的线路、插入式游戏机模块和各种调试板供给直流电压。值得注意的是除了供给射频调制器是1.5伏干电池外，其它直流电源都取自标准的220伏50赫交流电。

2. 7MHz振荡器——这是整个电视游戏机的主时钟振荡器。为了获得最好的效果，应该用一个14MHz晶控振荡器，经双稳触发器二分频，获得波形良好的7MHz行时钟（HCLK）。

3. 行计数器——行计数器产生一个9位的二进制码，它把屏

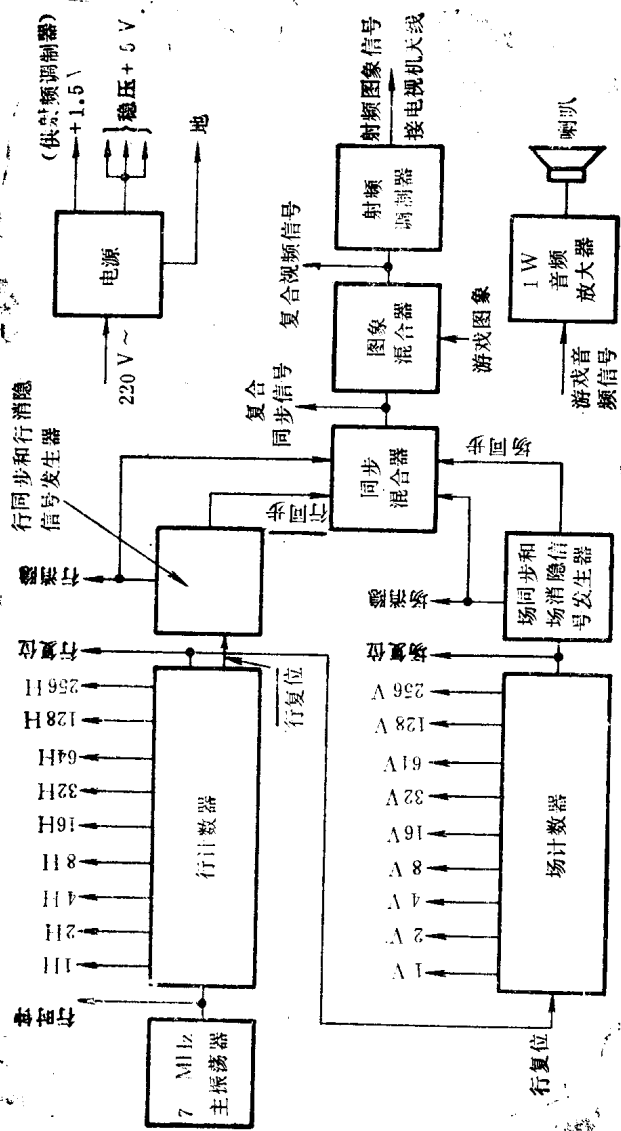


图2-1 原始信号单元方框图

幕在水平方向等分成455份，这样一来屏幕上的每一根行扫描线都被分为455个断续的线段，每一段代表行图象信息的一个点。

二进制计数器的9位输出用1H、2H、4H、8H等，直到256H分别表示。1H为最低位(最高频率)输出，256H为最高位输出。

行计数器还产生一个行复位(HRST)脉冲，使场计数器同步，也使一些游戏电路同步工作。这个正向的行复位脉冲的反相波形用行复位表示，用它产生行同步脉冲。

4. 行同步和消隐脉冲发生器——来自行计数器的反相行复位脉冲，在原始信号单元中转换成行同步和消隐脉冲。行同步脉冲(HSYNC)触发电子束的行回扫。行消隐脉冲(HBLANK)用于消除电视屏幕上的回扫线以及作为电视游戏机的一种控制信号。

5. 场计数器——场计数器几乎完全与行计数器一样，它也产生9位二进制码，把电视机光栅在垂直方向等分成312份，一般地说这部分电路提供了图象在垂直方向的信息。

象行计数器一样，9个输出端分别以1V至256V来表示，1V为最低位。这个电路也产生一个场复位(VRST)脉冲，用于场同步和场消隐信号发生器以及某些游戏电路。

6. 场同步和消隐脉冲发生器——这部分电路产生场同步和消隐脉冲。场同步脉冲主要用以触发电子束的场回描，场消隐脉冲(VBLANK)则用以消除场回扫线，以及作为游戏电路一种控制信号。

7. 同步信号混合器——同步信号混合器把行和场同步脉冲及消隐脉冲组合起来，成为复合同步信号。这个信号基本上与电视台的同步信号一样。然而，有一个主要的区别是电视游戏机无需隔行扫描，因为它不要求那么高的图象分辨率。

8. 视频信号混合器——视频信号混合器把同步和消隐脉冲以及游戏图象信号组合在一起，从而形成一个完整的复合视频信号。

9. 射频调制器——射频调制器以电视机2、3、4频道的射频频率对复合视频信号进行调幅，从而使游戏机可以与电视机的VHF