

任天堂游戏编程 探密

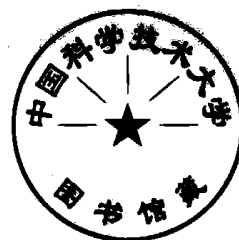
于春 张新莲 编著



电子工业出版社

任天堂游戏编程探密

于春 张新莲 编著



152588

(京)新登字 055 号

内 容 提 要

本书是游戏电脑学习机系列丛书的第三部。它继电脑游戏机《F BASIC 语言与编程技巧》、电脑游戏机《硬件与游戏编程特技》之后,对任天堂游戏机的 6527CPU 工作系统特点进行了更深入的阐述,从而完善了任天堂游戏机的基础理论。

本书从任天堂游戏的软、硬件特点出发,着重介绍了任天堂游戏卡的硬件结构、节目切换原理和方法、游戏卡的加密和解密。并以典型游戏《大赛车》为例,详细地分析了任天堂游戏软件的结构特点,背景、卡通、音响三大游戏要素的具体编程控制方法,以及游戏工作过程。

全书共分:任天堂游戏结构概论、游戏卡硬件结构剖析、《大赛车》游戏结构、《大赛车》游戏工作过程分析、背景画面的分裂位移与画面扭曲、卡通的定义与控制、音响数据的采集与演奏等八章。

任天堂游戏编程探密

于 春 张新莲 编著

责任编辑 张 丽

*

电子工业出版社出版

北京市海淀区万寿路 173 信箱(100036)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

密云体校印刷厂印刷

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:25.25 字数:631.4 千字

1995 年 7 月第一版 1995 年 7 月北京第一次印刷

印数:5000 册 定价:28.00 元

ISBN 7-5053-3228-7/TN·896

前 言

家庭电视游戏业的发展,突飞猛进、一日千里。就国内市场来看,自80年代初期美国的“雅达利”(ATARI)2600敲开了中国的电玩市场大门以来,“任天堂”(NINTENDO)8位红白机(FamilyComputer——家庭电脑,简称FC)迅速以倒海之势灌入中国大陆。不但挤垮了“雅达利”,而且一度十年统治着中国的电脑玩具市场。当前,家庭电视游戏机市场已不再是红白机“一枝独秀”的天下,继8位机之后,“世嘉”(SEGA)16位机(Mega Drive——兆位驱动,简称MD)、“超级任天堂”16位机(Super FamilyComputer 简称SFC)以及彩色液晶手持机(GameGear 简称GG、Game Boy 简称GB)又闯入了中国大陆,它们以更精彩的画面、更震撼的音响、更迷人的创艺,牢牢地吸引着亿万中国大众。

国际市场则更为火爆,可说是百家争鸣、好戏连台。仅从游戏机CPU的位元攀升势头就可见一斑。现在已由16位上升到32位,乃至64位。就如微机中的286、386、486一样,甚至要“奔腾”起来。大有与电脑并驾齐驱的蓬勃态势。94年,美日几大公司又将陆续推出数款32位以上的游戏机,如美国COM-MODORE公司所推出的带光盘的“奥米加”(AMIGA)CD32型的多媒体游戏机,其图象的解像力已是“世嘉”16位机的8倍。它不仅可以玩游戏,还可以播放激光唱碟、视碟。笔者曾有幸看到CD32播放的电影视碟,其图象的清晰度、配音效果均已靛到极端,磁带录像机与它比较已不啻天壤。而卷土重来的“雅达利”公司推出的64位游戏机——JAGUAR,据说其卡带的容量已达到400M,其CPU处理速度是“世嘉”机的850倍,它所显现的CG表现能力又不知达到何种境界。同时,电视、电影业也已伸足于游戏业。如美国的时代华纳娱乐公司和电讯公司联合成立的“世嘉电视台”,每天24小时连续播放世嘉游戏的举措;“好莱坞”电影公司出品的观众互动电影《零度得斯》的行动,都有力地说明了游戏业向身外领域的深透。

同国际行情一样,我国也已拉开了“群雄逐鹿游戏业”的帷幕。尤其是各种以任天堂系列8位游戏机为主机、配备键盘而构成的“普及型家庭电脑学习机”的推出,为电视游戏机的应用开辟了新的天地。特别是北京裕兴机械电子研究所推出的:以101微机标准键盘、3.5英寸微机标准软盘驱动器为外设,仿“金山北大WPS6.0”的“裕兴WPS文字处理系统”为主导软件的普及型电脑,又使游戏机的定义发生了质的飞跃,而迈进了电脑阶层。使它变成了名符其实的“家庭电脑”(FamilyComputer),完全可以充当现代家庭管理、办公自动化管理的廉价微机。这无疑给电视游戏业的发展注入了新的血液。据有关资料报道,我国家庭电视游戏机的拥有量现已超过三千万台。

有人疑问：电视游戏仅是一种昂贵的消费，不能创造丝毫物质财富，为何有如此大的魔力，掀起如此强烈的风暴呢？

综合分析，笔者认为有以下几点：

电视游戏色彩绚丽、画面逼真、音响动听、情节迷人，深为青、少年人所喜爱；又因游戏创艺由格斗、动作、射击、冒险类演绎到智力、解谜、桌上、棋牌类又得到中、老年人的垂青；更由于游戏情节逐渐推广到文字推理、战略模拟、角色扮演、动作角色扮演类而使它迎合了不同年龄阶层的口味，成为人们休闲消遣的热门话题。正如席勒所说：“游戏，是人之所以成为人的一个高贵的标志”，而电视游戏——这一凝聚了现代科学技术的结晶，正迎合了人的天性，这应是它得以迅速普及的原因之一。

科学进步扭转了人们对电视游戏的偏见：人们已逐渐认识到，游戏机不仅仅是一种玩具，而是开发智力、强化思维、训练大脑灵活性、提高反应能力的有效工具。而学习机的上市和日趋完善的功能，满足了低收入家庭对电脑的探密欲望。使人们清楚的认识到了：电视游戏机不仅仅是单纯的娱乐器具，也是孩子们学习的辅导工具，还是电脑入门的家庭教师。从而更进一步更新了人们的观念。这是它在中国能够迅速普及的原因之二。

微电子技术的飞速发展、超大规模数字集成电路工艺的日臻成熟。集成芯片封装技术、ASIC 电路集成技术的引入，至使游戏机主机成本一落再落，低到一般家庭都能接受的价格水准。这也是游戏机得以迅速普及的一项重要因素。

总之，电视游戏这一高科技新生事物，如同蒸汽机一样，引发了娱乐领域的一场革命。虽然经历了贬低——压制——忍耐——认可——接受的艰难历程，终于闯出了一条宽阔的康庄大道，展现出欣欣向荣的广阔前景。

现在，电视游戏无疑已成为文化娱乐生活中不可缺少的一部分，但人们在学习之间、玩疲之余，许多有识、有志之士逐渐发现：众多的电视游戏节目中，竟然没有中国编写的游戏软件！查遍所有的图书，竟然没有电视游戏是如何编写的书籍！电话、信函咨询，竟然找不到系统的技术资料！这岂非咄咄怪事。《三国演义》是中国的古典小说，讲的是中国历史故事，但目前见到的十二个有关三国故事的游戏节目中仅有一个《三国演义》是台湾出品的[十二个节目是：《吞食天地——诸葛孔明传(日文)》FC、《三国(中文)》ARC、《三国志(日文)》FC、《中原霸者——三国志二代(日文)》FC、《三国志列传——乱世群雄(中文)》MD、《三国志3代(日文)》MD、《三国演义(中文)》PC、《三国志3代(日文)》PC、《天舞三国志3代(日文)》SFC、《横山光辉——三国志(日文)》PC-E、《英雄三国志(日文)》SFC、《三国志(英文)》PC]。这不能不说是一种讽刺。综上所述，游戏机行业显然已形成了一个产业，游戏机理论亦已形成了一门科学。国外的游戏产业公司不

仅自己设有专门的科研机构,而且还资助高等院校还开办游戏设计专业学科。如任天堂公司就拨出巨款资助日本“HAL 电脑综合学院”开设了四年制游戏设计学科。而我们现在对电脑游戏仅处于摸索、探索阶段,尚未形成系统的资料,尚未上升到理论高度,由此可见与国外的差距悬殊。长期下去,我们只有嚼别人嚼过的甘蔗,永远难发“会当凌绝顶”的气概,亦永远领略不到“一览众山小”风骚。

自拙作《电脑游戏机 F BASIC 语言与编程技巧》、《电脑游戏机硬件与编程特技》两本书出版发行以来,笔者收到了数千封通过各种途径转来的读者来信,众口一词,为中华泱泱大国没有跻身于游戏软件业而鸣不平,为游戏产业的落后现状而发不愤,迫切地渴望得到游戏机理论的系统资料,弄通游戏机的工作原理,掌握电脑游戏的编程方法,制作出出类拔萃的电视游戏软件,一壮国威,一振华夏。字字玃珠,掷地有声。面对如此拳拳激情、款款切语、鸿鹄壮志,作者只能重操秃笔,励精勉力,完成此卷。

因笔者亦无资料可供查询,仅凭多年研究总结的经验和国内同仁交流的看法进行编撰,阐述不当或尽精尽微之处在所难免,可能逸笑方家。但仁者见仁,智者见智,若本书能为振兴我国的游戏事业稍尽绵薄之力,笔者将作为铺路的小石子而欣慰之至。

在本书的编写过程中,于腾潇同学为程序的修改和调试作了大量的工作。本书由中国地质大学苏予栋教授审定。在此一并表示感谢。

编者

1994年3月于北京

1994/3/02

目 录

第一章 任天堂游戏结构概论	(1)
1.1 任天堂游戏机的硬件特点	(1)
1.1.1 电路原理框图	(1)
1.1.2 中央处理器 6527CPU	(1)
1.1.3 图象处理器 6528PPU	(3)
1.1.4 游戏卡	(5)
1.2 任天堂游戏软件的特点	(7)
1.2.1 任天堂游戏的软件结构	(7)
1.2.2 常见任天堂游戏节目简介	(8)
1.3 任天堂游戏的图象处理方法	(14)
1.3.1 屏幕显示原理	(14)
1.3.2 背景处理技术	(14)
1.3.3 动画处理技术	(16)
1.4 任天堂游戏的音响处理	(16)
1.5 任天堂游戏基础理论	(17)
1.5.1 任天堂游戏机工作原理	(17)
1.5.2 显示控制	(18)
1.5.3 输入/输出接口	(24)
1.5.4 复位和中断	(26)
第二章 游戏卡硬件结构剖析	(27)
2.1 低档单节目卡的结构	(27)
2.2 存储体的空间切换	(28)
2.3 高档单节目游戏卡的结构	(30)
2.4 低 K 节目合卡的结构	(33)
2.4.1 16 合 1 游戏卡的电路原理图	(33)
2.4.2 16 合 1 卡中 ROM 的片选控制	(33)
2.4.3 16 合 1 卡中游戏画面的纵横向控制	(35)
2.4.4 16 合 1 卡中程序存储器 ROM 的选段控制	(36)
2.4.5 16 合 1 卡中节目选择的软件处理	(37)
2.5 高 K 节目合卡的结构	(45)
2.5.1 游戏节目的选择	(45)
2.5.2 ROM 段号的切换	(47)
2.5.3 画面纵横向的控制	(47)
2.6 其它游戏合卡的结构	(48)
2.6.1 36 合 1 游戏卡的结构	(48)
2.6.2 8 合 1 游戏卡的结构	(49)
2.7 游戏软件的加密	(60)

2·7·1	切换电路集成加密法	(60)
2·7·2	GAL 电路加密法	(60)
2·7·3	软·硬件混合加密法	(61)
2·7·4	综合加密法	(65)
第三章	《大赛车》游戏结构	(66)
3·1	《大赛车》游戏结构概述	(67)
3·2	《大赛车》游戏的背景画面	(67)
3·3	《大赛车》游戏的效果音响	(70)
3·4	赛车的动作	(72)
3·5	《大赛车》游戏的难度	(72)
第四章	《大赛车》游戏程序说明	(74)
4·1	系统复位处理	(74)
4·2	读键与中断处理	(83)
4·3	游戏主控处理	(86)
4·4	背景画面控制处理	(103)
4·4·1	比赛画面中提示栏定位处理	(104)
4·4·2	远山的卷动控制	(104)
4·4·3	路面的扭曲处理	(110)
4·4·4	远山卷子程序	(112)
4·5	比赛路线提示处理	(119)
4·6	卡通的控制处理	(124)
4·7	比赛进程的控制处理	(158)
4·8	比赛画面中的提示显示处理	(167)
4·9	赛车起步前发动机的加速控制处理	(171)
4·10	发声控制处理	(172)
4·11	辅助子程序	(182)
第五章	《大赛车》游戏工作过程分析	(186)
5·1	RAM 区工作分配	(186)
5·1·1	系统 RAM 零页重要单元的作用	(186)
5·1·2	系统 RAM 一页~七页有关单元的作用	(189)
5·2	复位工作过程	(189)
5·2·1	有关单元置初值	(190)
5·2·2	绘制标题画面	(190)
5·2·3	选项等待	(193)
5·3	中断处理	(195)
5·4	比赛开始控制	(196)
5·4·1	比赛开始信号的扫描	(196)
5·4·2	有关单元赋值	(198)
5·4·3	绘制比赛路线提示画面	(205)
5·4·4	绘制比赛画面	(206)

5.4.5	比赛画面定位	(214)
5.4.6	比赛开始的发令处理	(217)
5.4.7	赛前赋值	(219)
5.5	比赛过程控制处理	(220)
5.5.1	比赛的暂停处理	(220)
5.5.2	比赛进程控制	(222)
5.5.3	卡通的定义与控制	(238)
5.5.4	路面扭曲的控制	(244)
5.5.5	比赛成功的处理	(245)
5.5.6	比赛失败的处理	(248)
第六章	背景画面的分裂位移与画面扭曲	(252)
6.1	背景画面结构的新概念	(252)
6.2	背景画面的分裂位移	(253)
6.3	背景画面的扭曲控制	(257)
6.3.1	路面扭曲控制数据的变化	(257)
6.3.2	路面扭曲控制程序	(260)
6.3.3	路面扭曲的工作过程	(264)
第七章	卡通的定义与控制	(272)
7.1	赛车卡通的定义	(272)
7.1.1	定义赛车数据的采样	(272)
7.1.2	赛车卡通的定义工作过程	(274)
7.2	干扰赛车卡通的定义	(279)
7.2.1	定义干扰赛车的基本数据采样	(280)
7.2.2	定义干扰赛车的工作数据采样	(281)
7.2.3	干扰赛车的定义	(282)
7.2.4	最大干扰卡通的定义	(283)
7.3	干扰卡通运动的控制	(288)
7.3.1	赛车当前速度的采样	(288)
7.3.2	干扰赛车出现的时机确定	(289)
7.3.3	定义干扰赛车工作单元数据的确定	(293)
7.4	撞车的判断检测	(300)
第八章	音响数据的采集与演奏	(303)
8.1	音响处理程序简介	(303)
8.1.1	发声准备处理程序分析	(304)
8.1.2	发声种类控制程序分析	(304)
8.1.3	发声赋值程序分析	(304)
8.2	“旋律一”的发声数据采集和旋律结构	(321)
8.2.1	音乐旋律数据区结构	(322)
8.2.2	第一乐章数据的采集和赋值	(323)
8.2.3	第二乐章数据的采集与赋值	(325)
8.2.4	第三乐章数据的采集与赋值	(326)

8·2·5	第四~第八乐章的旋律	(327)
8·2·6	标题画面音乐旋律结构	(330)
8·3	“旋律二”的发声数据采集和旋律结构	(334)
8·4	“旋律三”的发声数据采集和旋律结构	(336)
8·5	效果音响一~六的发声数据采集和旋律结构	(342)
8·5·1	刹车声的发声数据采集和旋律结构	(342)
8·5·2	爆炸声的发声数据采集和旋律结构	(344)
8·5·3	发令声数据的采集和旋律结构	(345)
8·5·4	暂停音响的发声数据采集与旋律结构	(348)
8·6	《大赛车》旋律演奏方法的应用	(349)
附录一	《大赛车》游戏软件程序清单	(359)
附录二	《大赛车》卡通字模数据	(383)
附录三	《大赛车》背景字模数据	(389)

第一章 任天堂游戏结构概论

长期以来,由于任天堂公司在技术上的封锁和国内游戏开发工具的欠缺,任天堂游戏蒙上了一层神秘的面纱,中国人只能玩任天堂游戏,而不能象苹果机、中华学习机那样了解游戏程序、自己动手编写游戏。近年来,随着任天堂系列游戏机配套键盘的问世,逐步创造了揭开这层面纱的条件。特别是配有打印机接口的“裕兴”、“金字塔”等高档游戏机键盘的陆续推出,用户仅仅编写一个简单的反汇编程序就可打印出系统软件的源程序,从而为探索任天堂游戏软件的奥秘提供了有效的手段。

有人疑问任天堂游戏机的中央处理器同中华学习机一样,也是八位的 CPU,但为什么它能够产生出如此绚丽多彩的动画、美妙动听的音响、栩栩如生的角色,其效果远远胜过美国的“雅达利”、更强过中华学习机的游戏呢?究其原因,关键在于任天堂游戏机的设计者们在传统的八位机上独具匠心、另辟蹊径,从硬件上进行了独创的改造,在软件上进行了大胆的尝试,使一个 CPU 发挥了两个 CPU 的功效,产生了绝妙非凡的艺术效果,从而以物美价廉的绝对优势迅速占领了游戏机市场,掀起了家庭娱乐领域的第三次浪潮。本文拟从分析任天堂游戏的软、硬件特点出发,揭开任天堂游戏编程的秘密,以与广大同好切磋。

1·1 任天堂游戏机的硬件特点

1·1·1 电路原理框图

任天堂游戏机的硬件共分两部分:主要部分是游戏机,从属部分是游戏卡。游戏机提供游戏的运行环境,游戏卡提供支持游戏的软件,其电路原理框图如图 1-1。

上图中 6527 CPU 为中央处理器,由于它的任务是处理程序,所以一般把与它相连的部件加以前缀“P”。故 CPU 的地址总线表示为 PADD、数据总线表示为 PDATA、CPU 管理的存储器表示为 PRAM、PROM 等。同样,6528 PPU 的任务是处理图像,所以凡与它相关的部件均加以前缀“V”。

1·1·2 中央处理器 6527 CPU

1、CPU 的内部结构

6527 CPU 是一个八位单片机,在它的内部除固化有 6502 系列的 CPU 外,还有一个可编程音响发生器 PSG(Programmable Sound Generator)和 24 个八位只写寄存器,其地址空间分配为 \$4000~\$4017,主要用于 CPU 的 I/O 操作,PSG 音响发生器的工作就是由这些寄存器控制完成的。

2、CPU 的引脚及功能

6527 CPU 的引脚、功能见图 1-2。

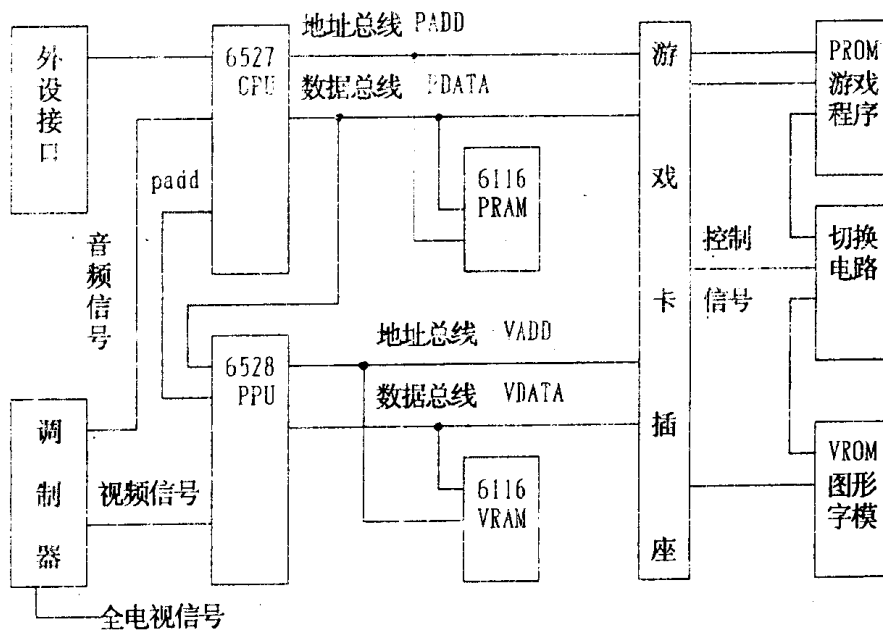


图 1-1 任天堂游戏机电路原理框图

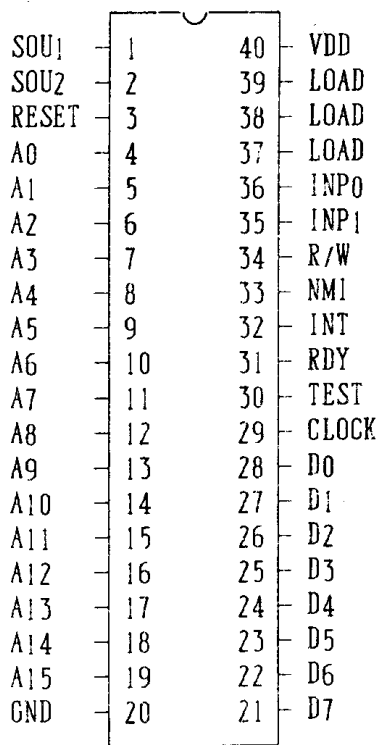


图 1-2 6527 CPU 引脚排列图

主要引脚功能说明：

- 1~2: 第一、第二模拟音频信号输出端。
- 3: 复位信号输入端, 低电平有效。可令 CPU 结束当前的工作而返回到开机时的状态。
- 4~19: CPU 的 16 位地址线。由它组成 CPU 的地址总线 PADD, 最大寻址能力为 64K。地址总线在系统内对随机存储器 PRAM、系统软件 PROM 和 PPU 进行寻址, 以取出需要的信息进行运算处理、把运算结果送入 RAM 暂存等。其中, 加于 PRAM 的地址线为

A0~A10 共 11 条,可寻址 2K 字节; A0~A2 作为与 PPU 通信的地址线; A0~A14 共 15 根地址线,可寻址 32K 字节,用于读取系统软件。另外,CPU 的高位地址线 A13~A15 与 RDY 还作为双二线四线译码器的输入信号,以产生分别选通 PRAM、PROM、PPU 的片选信号。

• 21~28: D0~D7 组成 CPU 的八位输入、输出数据总线。PRAM、PROM、PPU 和输入电路都与它挂钩,由 CPU 的 R/W 信号控制其工作在输入或输出方式。

• 29: 时钟信号输入端,由晶体振荡器产生频率约为 21~27MHz 的时钟脉冲。

• 30: 测试端(生产厂家测试用),工作中该端接地。

• 31: 总线准备好信号输出端。

• 32: 中断请求信号输出端。接至游戏卡,一般不用。

• 33: 非屏蔽信号输入端。

• 35~36: I、I# 操纵器的控制信号输出端。

• 37~39: 加载控制信号的输出端。当 CPU 访问操纵器、光枪、键盘等输入设备时,由该端发出加载命令。

3、CPU 管理的内存分布

6527 CPU 有八位数据线、十六位地址线,最大寻址能力为 64K 字节,主板上有一 2K 的 PRAM 供存放中间工作数据。CPU 管理的内存分布见表 1-1。

表 1-1 CPU 管理的内存分布表

地址范围	主要用途
\$ 0000~\$ 00FF	系统零页。
\$ 0100~\$ 01FF	系统堆栈区。
\$ 0200~\$ 03FF	一般用作卡通图形的定义区。(F BASIC 仅使用 \$ 200~\$ 2FF)
\$ 0400~\$ 07FF	CPU 数据暂存区。
	在 F BASIC 中, \$ 300~\$ 3FF 为命令、程序编译后的存储区; \$ 400~\$ 47F 为中间数据暂存区; \$ 480~\$ 4FF 为功能键定义区; \$ 500~\$ 5FF 为键盘输入缓存区; \$ 600~\$ 632 为两个背景页各行使用标志区; \$ 63D~\$ 644 为键盘扫描工作区; \$ 645~\$ 6FF 为卡通定义数据暂存区; \$ 700~\$ 7FF 为显示缓冲区。
\$ 800~\$ 1FFF	空区
\$ 2000~\$ 7FFF	CPU 的 I/O 区和用户工作区。其中 F BASIC 的 BS. 2A 版本用 \$ 703E~\$ 7FFF 存放用户程序; V3 版本用 \$ 6006~\$ 7FFF 共 8K 的空间存放用户程序; 大与 8K 时在该区间有存储体切换。
\$ 8000~\$ FFFF	系统软件存储区。游戏程序就存在该处。当程序大于 32K 时,在 \$ 8000~\$ BFFF 的 16K 间进行存储体切换(一般大于 40K 的任天堂游戏都在该处切换)。

1.1.3 图像处理器 6528 PPU

1、PPU 的内部结构

PPU 是处理显示画面的专用电路,一般称为图像处理器,它在 CPU 的控制下独立工作,其内部有八个 8 位寄存器用来与 CPU 交换信息,有 288 个 8 位随机读写存储器 RAM 用于存放卡通图形数据和图形配色代码数据。它内部还有复合视频信号产生电路,用于把存于 VRAM 的一幅图像数据进行变换、配色、编码,产生复合视频信号从 21 脚输出,供调制

器合成全电视信号。

2、6528 PPU 的引脚及功能

PPU 的引脚及功能见图 1-3。

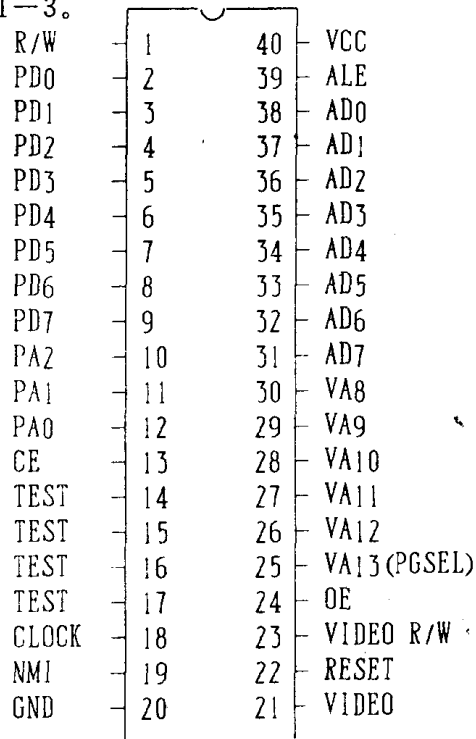


图 1-3 PPU 引脚功能排列图

重点引脚功能说明：

- 1: 来自 CPU 的 34 脚的读、写信号输入端。该端为高电平时, PPU 的数据输入 CPU; 为低电平时, PPU 接收来自 CPU 的图像数据。

- 2~9: 挂接 CPU 的八位双向数据总线。当 PPU 被选中(即片选信号 CE 为低电平时)且 R/W 信号为低电平时, 经 CPU 控制将存于 PRAM 的数据送入该数据总线, PPU 的 D0~D7 和 A0~A2(PD0~PD7、PA0~PA2)接收到 CPU 送入的图像数据和指令后, 在内部转换成地址和数据信号由 VA8~VA13、AD0~AD7 输出, 作为 VRAM、VROM 的地址信号, 并与 VRAM、VROM 交换信息。

- 10~12: 来自 CPU 地址总线的低三位地址输入线, 供 CPU 向 PPU 发出指令时寻址用。

- 14~17: 生产厂家测试用。使用中接地。

- 19: 非屏蔽中断信号输出端。

- 21: 视频信号输出端。PPU 从 VRAM 读出并行数据, 经内部并/串转换后由该端输出 PAL 制式的电视视频信号。

- 22: 复位信号输入端, 低电平有效。

- 23: 视频信号读/写控制信号输出端。由它控制 VRAM 的 WE 和游戏卡中 VROM 的 R/W 端。

- 24: 允许视频信号输出端。该端与 VRAM、VROM 的 OE 端相连, 它与 VIDEO R/W 信号控制着 VRAM 的读写以及游戏卡或系统软件 VROM 的读出。

- 25~30: VA8~VA13 是 PPU 的地址线, 它们和 AD0~AD7 共同组成 PPU 的 14 根

地址线。其中 VA13 还经三态门电路反相后作为 VRAM、VROM 的选通信号 CE。

• 31~38: AD0~AD7 是 PPU 的地址、数据双向总线。它们既是 PPU 的输出地址线, 又兼作与 VRAM、VROM 传输数据的数据线。

• 39: 地址锁存信号输出端。该端与 8D 触发器(74LS373)的控制端相连, 低电平时锁存。

3. PPU 管理内存的分布

PPU 有 16 根地址线, 直接寻址能力为 16K, 主板上有一 2K 动态 RAM 储存显示图像数据。PPU 管理的内存分布见表 1-2。

表 1-2 PPU 管理的内存分布表

地址范围	主要用途
\$ 0000~\$ 0FFF	卡通图形库
\$ 1000~\$ 1FFF	背景、字符图形库
\$ 2000~\$ 23BF	背景第一页屏幕映射区
\$ 23C0~\$ 23FF	背景第一页配色区
\$ 2400~\$ 27BF	背景第二页屏幕映射区
\$ 27C0~\$ 27FF	背景第二页配色区
\$ 2800~\$ 2BBF	背景第三页屏幕映射区
\$ 2BC0~\$ 2BFF	背景第三页配色区
\$ 2C00~\$ 2FBF	背景第四页屏幕映射区
\$ 2FC0~\$ 2FFF	背景第四页配色区 \$ 3000~\$ 3EFF 为空区。
\$ 3F00~\$ 3F1F	背景、卡通配色代码数据区。 \$ 3F20~\$ 3FFF 为空区。

1.1.4 游戏卡

1. 游戏卡的基本组成

普通的单节目游戏卡一般由两片 ROM 或 EPROM 组成, ROM 的容量由游戏程序量的大小决定。最简单的任天堂游戏为 24K, 故这种卡内有一块 16K 的 ROM 存放程序, 一块 8K 的 ROM 存图形字模(目前已有软封装的 IC, 它把两块 ROM 封在一起)。典型的任天堂游戏程序量为 40K, 它使用一块 32K 的 ROM 存程序、一块 8K 的 ROM 存字模。当程序量大于 40K 时则要对 ROM 进行容量扩充。

2. 游戏卡各脚的功能

游戏卡是一 60 脚的接插件, 各脚功能见图 1-4。

3. 常用 ROM 引脚功能简介

游戏卡中常用 ROM 或 EPROM 的型号有 27C64(8×8K)、27C128(8×16K)、27C256(8×32K)、27C512(8×64K)、27C1000(8×128K)、或后缀数字相同而前缀不同的其它公司产品, 盒卡中还有 2 兆位(8×256K)至 8 兆位(8×1000K)的芯片。其中 27C64~27C512 为 28 脚的芯片, 27C1000 或更大容量的芯片为 32 脚(个别的 27C1000 仍为 28 脚, 它使用了 OE、CE 中的一个脚作为地址线)。现将它们各引脚功能简示于图 1-5:

接地	GND	1	前后	31	VCC (+5V) 电源
CPU地址线	PA11	2		32	RDY 准备信号
	PA10	3		33	PA12 CPU地址线
	PA9	4		34	PA13
	PA8	5		35	PA14
	PA7	6		36	PD7 CPU数据线
	PA6	7		37	PD6
	PA5	8		38	PD5
	PA4	9		39	PD4
	PA3	10		40	PD3
	PA2	11		41	PD2
	PA1	12		42	PD1
	PA0	13		43	PD0
读写信号	R/W	14		44	ROMS 程序片选信号
中断	INT	15		45	AU1 音频开关入口
接地	GND	16		46	AU0 音频开关出口
字库片选	OE	17		47	VIDEO R/W
(VRAM)	VA10	18		48	VRAMS 图象开关出口
PPU地址线	VA6	19		49	PGSEL 图象开关入口
	VA5	20		50	VA7 PPU地址线
	VA4	21		51	VA8
	VA3	22		52	VA9
	VA2	23		53	VA10
	VA1	24		54	VA11
	VA0	25		55	VA12
PPU数据线	VD0	26		56	VA13 (非PGSEL)
	VD1	27		57	VD7 PPU数据线
	VD2	28		58	VD6
	VD3	29		59	VD5
电源	VCC (+5V)	30		60	VD4

图 1-4 游戏卡插座及引脚功能

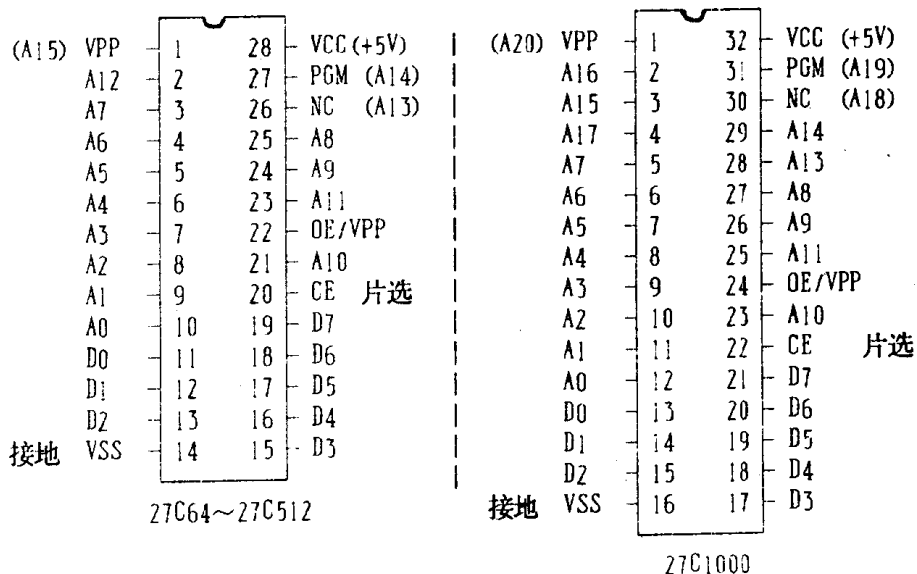


图 1-5 常用 ROM、EPROM 引脚功能示意图

图 1-5 中圆括号中的标注为容量扩展功能,显而易见 32 脚的封装最大可到 8 兆位(若使用 OE 或 CE 中的一脚作地址线则最高可达到 16 兆位)。

1·2 任天堂游戏软件的特点

目前流行的任天堂游戏软件有数百种,内容已涉及到政治、经济、军事、战争、教育、管理、体育、娱乐等各个领域。可以说任天堂游戏已兼顾了男、女、老、中、青、少、幼各个年龄阶层,深受世界各国人民所喜爱。也许这就是它迅速普及的主要原因。但是,任天堂游戏尽管内容千变万化、情节各异,其软件结构和处理方法则是基本相同的,它们有着共同的特点。

1·2·1 任天堂游戏的软件结构

归纳起来,任天堂游戏软件结构可分为两大类:基本结构和扩展结构。

一、基本结构

基本的任天堂游戏软件容量为 40K 字节(标准卡标注为 LB)。典型游戏如:《1942》、《超级玛丽》、《拆屋工》等。其中 32K 为游戏控制程序,供 CPU 执行;8K 为图形字模,由 PPU 处理。另外还有一种低配置结构,软件容量为 24K(标注为 LA),这是一种早期软件。其中控制程序为 16K;字模为 8K。典型游戏有:《火箭车》、《马戏团》、《金块 I、II》等。

40K 软件的控制程序存放地址在 CPU 管理的 \$8000~\$FFFF 空间;字模地址在 PPU 管理的 \$0000~\$1FFF 空间。16K 软件的控制程序存放地址为 \$C000~\$FFFF;字模地址也是 \$0000~\$1FFF。

二、扩展结构

容量在 40K 以上的软件均为扩展结构。它们在基本结构的基础上或者扩展控制程序区、或者扩展字模区。扩展方法是在某段地址范围进行空间存储体切换。一般程序区在 \$8000~\$BFFF 空间切换;字模区在 \$0000~\$1FFF 空间切换。切换种类以软件容量的大小略有不同:

对于 48K 卡(标注为 LC),其程序部分为 32K;字模部分为 16K,分两个 8K 存储体。典型游戏有《七宝奇谋》、《影子传说》等。

通常把 24~48K 容量的游戏卡称为低档卡或低档游戏。

对于 64K 卡(标注为 LD)有两种结构:一种是其程序部分为 32K;字模部分为 32K,分为四个 8K 存储体。典型游戏有《迷宫组曲》、《智慧城》、《沙罗曼蛇一代》、《北斗神拳一代》等;第二种则是程序与字模共用 64K,分为四个存储体,典型游戏有《米老鼠大冒险》、《冒险岛》、《罗宾汉》、《俄罗斯方块 I、II》等。

80K 的游戏不多(标注为 LE),常见的有《中国拳》、《金牌玛丽》等。其程序部分为 48K,前 32K 分为两个 16K 存储体;字模部分为 32K,分为四个 8K 存储体。

通常称 64K、80K 的游戏为中档卡。

对于 128K 卡(标注为 LF),其程序部分与字模部分混合共用 128K,分为八个 16K 存储体,其中前七个存储体地址映射于 \$8000~\$BFFF;最后一个存储体(称为 HOME BANK)映射于 \$C000~\$FFFF。典型游戏有《魔界村》、《怒》、《火之鸟》、《未来战士》、《洛克人》、《1943》、《1944》、《特殊部队》、《冲撞霹雳机车》等。这类游戏卡中一般都配有一块 8K 的