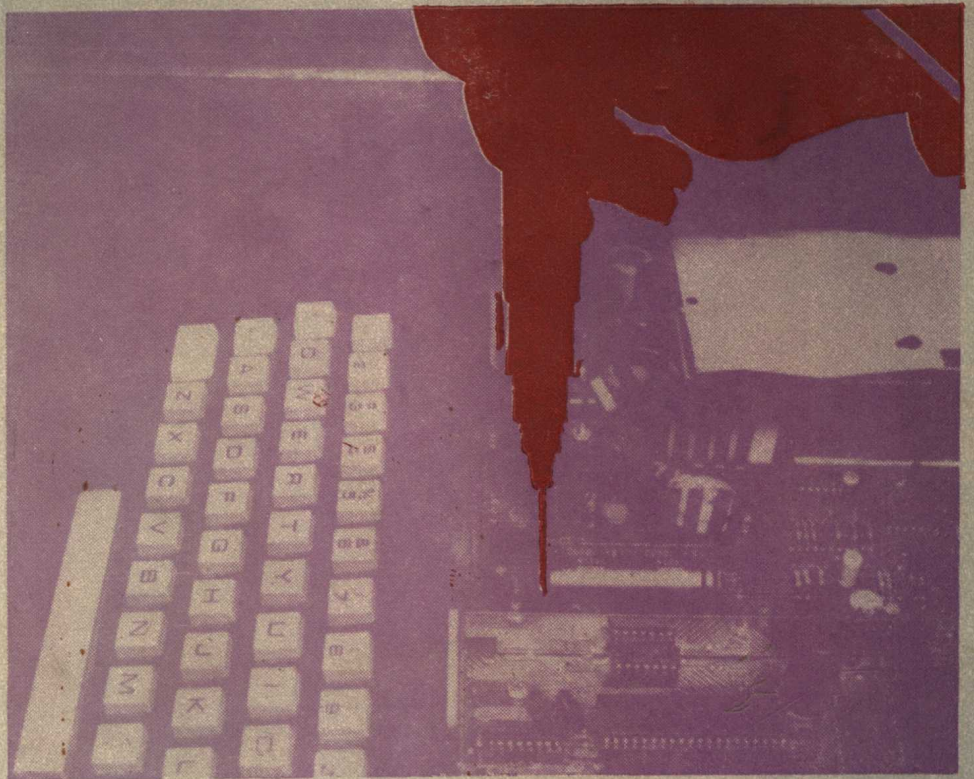


[美]阿特·马古列斯 著

# 个人电脑的故障寻迹 与修理



原子能出版社

7  
4

TP307

RM134

# 个人电脑的故障寻迹与修理

〔美〕阿特·马古列斯 著

唐锡琪 范征宇 李爱华 译

李君持 校

原子能出版社

## 内 容 简 介

本书着重介绍电脑故障的导迹与修理的具体方法。书中简要地叙述了数字电路及有关电脑部件的工作原理。内容结合实际，实例较多，图文并茂，深入浅出。具有中技以上业务水平或具有一定电子设备维修经验的读者均能顺利阅读本书

TROUBLESHOOTING & REPAIRING

PERSONAL COMPUTERS

ART MARGOLIS

TAB BOOKS INC., 1983

FIRST EDITION

FIRST PRINTING

个人电脑的故障导迹与修理

〔美〕阿特·马古列斯 著

唐锡琪 范征宇 李爱华 译

李君持 校

责任编辑 袁祖伟

原子能出版社出版

(北京2108信箱)

昌平展望印刷厂印刷

(顺义县北石槽)

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

☆

开本787×1092 1/16·印张17.875·字数430千字

1987年7月北京第一版·1987年7月北京第一次印刷

印数1—4,400·统一书号：15175·838

定价：4.65元

## 译 者 的 话

电脑维修原来是生产厂及一些研究所或实验室人员从事的专业工作。在美国,随着个人电脑的普及应用,电脑维修已日益成为一部分个人电脑的主人以及一般电子设备维修人员的必备知识。本书是一本个人电脑维修的参考书,是作者近年来工作经验的总结。书中简要地叙述了微电脑的结构及工作原理,而着重介绍它的维修方法。

微电脑正在我国普及应用,随之而来的维修任务必然会落到各级电子设备维修人员的肩上。我们希望本书能对这部分人员在掌握电脑基本原理和维修知识方面有所帮助。同时,本书也可以作为学习微电脑的入门书。

由于我们学识浅薄,在微电脑维修方面缺少实践经验,因此在翻译方面难免有错误与不当之处,望读者给予指正。

1985年7月于上海交通大学电子电工学院

## 序 言

几年前,在我的电视机修理店里,一位顾客送来一架有毛病的家用电脑。当时这种设备还很少,它引起了技师们的兴趣,其中一个修理技师接下了这项修理工作。电脑的主人带来了电脑的修理手册。我的一位出色的修理技师开始修理故障。一会儿,他叫我过去,脸上显出一副吓坏了的神情。“我真该死,”他指着修理说明书说,“这上面所写的东西我一点也不明白。”

结果发现电脑之所以不工作是因为所有的片子上都没有+5V电源。这个毛病在模拟式的电源部分很快找到了,一个小的滤波电容对地短路了。换掉这个电容,电脑就重新开始工作。从此,我开始考虑我的有经验的电视修理员在试图看懂电脑手册时所遇到的困难。

本书是上述感受所产生的结果。电脑为家用电子设备修理业开辟了一个崭新的领域。在过去,技师和有知识的电视机及收音机的主人会在各种电子设备上更换电子管、晶体管以及进行各种修理工作。多年来他们弄清楚了设备的工作原理和故障情况。所有这些修理都是在所谓模拟电路上进行的。

电脑改变了所有这一切。电脑里只有少数象电源这样的旧式的模拟电路,绝大部分计算电路是数字的。数字电路的故障寻迹完全是另一回事。就是这电脑修理手册中的数字电路工作原理,使我的出色的修理技师感到困惑。甚至多年在模拟电路方面工作的专家,当他初次接触数字电路时,要弄懂它的工作原理也是有困难的。今天的情况就不同了。他象一个内行专家一样修好了一架又一架的家用电脑。

本书内容包括工厂修理手册的作者在准备手册的内容及原理图时假定你已具有的知识。可惜,直到今天,只有极少数技工学校有数字电子学这门课程。当然,在电工学院,从工程的观点,是设有这样的课程内容的,但是很难得到技师水平的训练。我希望本书的内容可以填补这方面的空白。

本书前8章是讲关于片子的更换。这工作与旧式电子管的更换差不多。片子通常是插入式的,可以用直接替换的方法来进行试验。要掌握的技术是:分析故障的能力;将电脑拆开,在片子分布图的指引下找到有问题的片子,小心地用一个工具拔下一个片子;用另一个工具插上替代的片子。需要对各种片子有个粗略的了解,并对它的功能有个方框图的认识。前8章述及的技术能使你修好家用电脑的约50%的故障。

第9和第10章使你进入电脑的数字世界。从技师的观点讨论了数字电子学。第11章开始讲技术较高的修理工作。由此直到本书结束,包括了所有现场修理所需的技术。电脑中大部分的电路是数字电路。

最后几章谈到电脑数字世界输出的信号,由数字信号转换成模拟信号而进入模拟式的外围设备,如盒式磁带机及显示器。转换部分的修理方法是数字与模拟技术的综合。

无论数字或模拟电子设备的修理都需要综合运用工具、技术及关于工作原理的知识。理论是很重要的,除非你知道它的工作原理。否则是不可能找出它不能工作的原因的。修理技师不必要象设计工程师那样知道设备的各部分是如何工作的。他只要从修理员的角度去理解其工作原理。这比工程师必须要掌握的知识显然要容易得多。再如,为了修理电脑,技师不必要是一个编写程序的专家。在电脑出毛病时,用高级语言编程对确定故障元件所起的作用不大。在修理时可以采用最起码的机器语言编程,但这只是限于极小的范围内,在需要时它是由制造厂提供的。电脑故障寻迹有它的特点,不要与设计 and 编程工作混为一谈。

结论是为了掌握电脑的故障寻迹与修理，你必须学习硬件。一旦你掌握了硬件，就会得到额外的收获，电脑所有的其它方面也变得容易理解了。从硬件入手可以迅速地领会设计及编程等问题。

# 目 录

## 序 言

|      |                                                                    |     |
|------|--------------------------------------------------------------------|-----|
| 第1章  | 故障症候分析.....                                                        | 1   |
|      | 事故的现场——电路的操练——确定故障位置——典型电脑系统的方框图——微电脑的方框图——方框图是如何工作的——望诊           |     |
| 第2章  | 开启工厂的封条.....                                                       | 13  |
|      | 不同型式的电脑——逐步拆卸——只是通过拆卸也能修好机器——肉眼检查及清洁工作——预防静电——重新装配前的检查——逐步重新装配     |     |
| 第3章  | 片子的分布图.....                                                        | 23  |
|      | 维修手册资料——画你自己的分布图——关于管座的争论——分布图的重要部分——利用分布图更换片子                     |     |
| 第4章  | 主要的大规模集成电路片.....                                                   | 33  |
|      | 典型的大规模集成电路片——CPU——PIA——VDG——SAM——ACIA                              |     |
| 第5章  | RAM和ROM.....                                                       | 49  |
|      | 读写存储器——只读存储器——易混淆的问题——ROM与RAM的行和列——内存布线——PROM和EPROM——内存扩展          |     |
| 第6章  | 其余的片子.....                                                         | 68  |
|      | 内部布线——缓冲器——锁存器——八D触发器——编码器——译码器——门电路——视频混合器——调制器——稳压器              |     |
| 第7章  | 换片技术.....                                                          | 84  |
|      | TTL, DTL及RTL——MOS——你手中的片子——拔出集成电路的技术——集成电路的插入技术——焊接注意事项——重新焊上代换的片子 |     |
| 第8章  | 电脑方框图.....                                                         | 99  |
|      | 一个简单的电脑——CPU——RAM——ROM——输入-输出片子——电脑在工作——方框图中的地址                    |     |
| 第9章  | 修理逻辑门电路.....                                                       | 115 |
|      | 三种逻辑状态——是门——反相器——逻辑与——逻辑或——异或——与非门——或非门——异或非——门电路的测试               |     |
| 第10章 | 数字寄存器.....                                                         | 138 |
|      | R-S触发器——基本触发器电路——计数器——多于1的计数——十六进制——移位寄存器——清零和取补——加数和减数——与和或       |     |
| 第11章 | 测试CPU——得力的机器.....                                                  | 153 |
|      | 在CPU内部——指令组的层次——汇编一个程序——手工汇编——汇编器                                  |     |
| 第12章 | 内存分配.....                                                          | 173 |
|      | CPU的寻址电路——相对寻址——变址寄存器寻址——堆栈——其它的寄存器寻                               |     |

|      |                                                                                    |     |
|------|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|      | 址——内存分配图                                                                           |     |
| 第13章 | 时 钟.....                                                                           | 180 |
|      | 时钟电路——频率信号——时钟的任务——时钟信号的实际过程——时钟的测试                                                |     |
| 第14章 | 地址总线 and 数据总线.....                                                                 | 190 |
|      | 数据线的连接——在数据总线上的数字元件——在地址总线上的元件——规定地址——地址总线与数据总线的测试                                 |     |
| 第15章 | 多路同步地址转换开关SAM.....                                                                 | 201 |
|      | SAM原理图——SAM方框图——系统定时——器件的选择——SAM的检验                                                |     |
| 第16章 | 外部设备接口适配器PIA .....                                                                 | 218 |
|      | 对PIA的六个寄存器的寻址——PDR和DDR的选择——控制寄存器——PIA的引出脚——PIA的工作情况——PIA的另一种用法——I/O字节的检查——片子引出脚检修表 |     |
| 第17章 | 图象显示发生器.....                                                                       | 232 |
|      | VDG的典型输入——VDG的字符集——图象RAM所存内容特点——其它显示格式——半图形方式——全图形方式——VDG视频输出——检查VDG——VDG输出        |     |
| 第18章 | 数模转换器件.....                                                                        | 244 |
|      | 电脑音频电路——音频电路的检查——游戏棒接口——游戏棒接口的检查                                                   |     |
| 第19章 | 盒式磁带机和RS-232接口.....                                                                | 252 |
|      | 盒式磁带机接口——RS-232C接口                                                                 |     |
| 第20章 | 复位与电源.....                                                                         | 260 |
|      | 复位电路——电源——电源的修理                                                                    |     |
| 第21章 | 电视显示器.....                                                                         | 266 |
|      | 视频电路板——视频驱动电路板                                                                     |     |

## 第 1 章

### 故障症候分析

几年之前,有一部科学幻想电影,名为“不可思议地收缩着的人”。你可能记不得了,这是一部关于一个被神秘的雾所毒害而开始慢慢地收缩的家伙的影片。在这部影片的结尾,他简直可以穿过一个针眼。我不记得他去看病,如果他去看病,你可以想象,医生将为这种微小尺寸的人耗费大量时间去进行医学试验。

正当这部影片在电影院放映时,在实际生活中,科学家真正在创造着不可思议地收缩着的电脑。首先是贝尔实验室生产了晶体管。一代新的电脑产生了,它只占有采用真空管的电脑尺寸的极小部分。它们需用略为不同的修理技术,但是差别不大。后来得克萨斯仪器公司推出了集成电路。当它们在电脑中被采用之后,开始了一场革命。电脑的价格和尺寸都缩小了,仿佛这些东西都是处在神秘的雾中。

正象收缩着的人一样,整个电脑在收缩。而电脑所有的功能,存储容量及威力依然如故。只是它的价格和物理尺寸是缩小了。实际上,新的电脑比起前一代电脑来是更有威力、更快了。这些电脑正在进入家庭。这意味着,当电脑需要请医生时,修理的责任就落到家庭主人的头上。本书将涉猎典型家用电脑的微电子电路,说明电路是如何失效的,以及需要用什么技术来修理。

### 事故的现场

当事故发生,正如侦探所说的“出事”之后,修理人员来到现场。作为一个修理员,你要负起责任,用逻辑的方法来检查事故,将所有的线索拼凑起来,提出修理方案,并确定故障部位。然后这一部分必须被更换或修复,使电脑重新投入工作。

多年之前,在真空管的年代里,约有80%的修理任务在于找出一个损坏的管子。大多数情况下是管子的灯丝烧断了。确定一个不亮的,短路的或开路的管子是件不难的事。还有20%的修理工作,修理员要使用测试设备,确定短路或开路的电容、电阻、线圈及连接线等等。所有的电路尺寸都相当大,并且是易于接触的。在电路图上标出了电路中每个元件以及连接线。

在晶体管的全盛时期,修理的场面变化不大,所不同的是用了好些晶体管来取代真空管,前者是焊入电路的,而后者是插入的。这就要求修理员在测试过程中,更换晶体管时要额外地做很多焊接工作。但是因为线路图上已画出每一部分及每一根连线,所以测试及寻迹工作是简单的。这里没有装着未知电路的神秘的或“黑匣子”式的部件(图101)。

今天,在集成电路时代,电路图中一目了然的分立元件如电阻、电容等,与集成片相比是少数。这个事实使得故障寻迹技术改变了格局。在这种情况下,每一个集成电路中有晶体管、二极管、电阻及电容。这种内部的元件是在片子内连接好的,在许多情况下你不能用测试棒去接触这些元件,而必须依靠外部的输入-输出连接。

集成片还带来另一个主要的修理上的困难。在真空管电路中,当故障来源主要是真空管

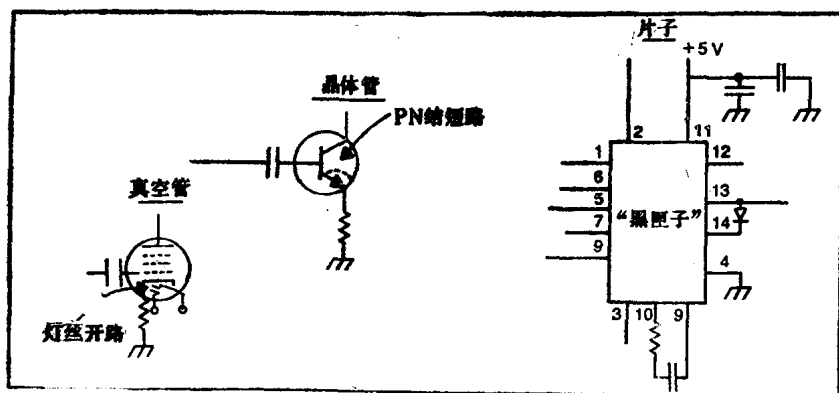


图1·1 真空管和晶体管的故障可方便地用直接测试来寻迹。由于片子的“黑匣子”性质，它的故障是用测量输入-输出的间接方法来确定的。

时，要找到它并插入一只新管子是容易的。晶体管，虽则它并不象真空管那样容易损坏，然而它仍然是晶体管电路中故障的主要根源。集成片却是十分结实的，通常它不是故障的根源。集成片常常被接死在一个电路中，而往往不能用直接更换的方法来方便地试验。显然，当集成片是插入式安装时，可以方便地被替换，可惜通常这样并不能解决修理问题。

但是，这并非没有作用，插入式安装的集成片，如后节所述，在高级故障寻迹中，对于缩小故障范围起重要作用。实际做法是你拔去集成片，然后做一个试验，试验的结果可以为确定故障位置提供有价值的信息。

## 电路的操练

我从一个汽车修理铺耽搁了一会儿回来。我的车子的发动机电气部分有毛病需要修理。修车的师傅将蓄电池的接线拔去，接上一对从试验机来的电缆。机器的显示器闪了几闪，然后显示“发电机故障”。完全正确，换上一个新的发电机就解决了问题。这机器是一架装满集成电路的特殊电脑，专门用来测试汽车的电气部分。

电脑是一台天生的测试器，尤其适用于测试电气的或电子的设备。你的电脑不仅可用来测试这些设备，并且可用来检查它本身。有许多现成的程序可用来操练你的电脑，如果存在毛病，在操练结束时将显示这一故障。

可惜通用的程序并不多。测试程序是为特定的电脑设计的。大多数制造厂都提供一些测试方法，修理人员稍加努力就能掌握他所需要的测试方法。测试方法不是也不可能包括所有可能出现的情况，有时也会给出错误的线索；但是如果使用得当，将为修理工作提供有价值的信息。如果你是或者将成为一个电脑程序员，则你将会写自己的测试程序。

Radio Shack彩色电脑的一个名为“诊断”的测试程序是一个好的例子(图1·2)。它象电脑游戏一样是以插件板的形式供应的。在本书中你将看到这个程序以及其它一些相似的程序是快速确定许多硬件故障的重要工具。例如，你接通电脑，如果READY信息出现，就可开始工作了。但是，当要打印结果时，它不干了。故障可能在电脑的各个电路里。怎样才能将故障位置圈在一个特定的小范围以内呢？

可以用一个插件式程序来帮你解决问题。如果电脑的程序库中没有这样的程序，制造厂往

往可以售与你一个测试及故障寻迹程序磁带。你可将程序装入存储器，执行这个程序。或许你自己可以编一个程序，装入内存，起同样的作用。无论用什么方法，使电路得到操练，以帮助你进行诊断。

Radio Shack的诊断程序就是这样工作的。在遇到上述情况，即电脑不能打印，但是开始是正常的时，首先将操练中要测试的输出设备正确连接好。在彩色电脑上可接上打印机、游戏棒及盒式磁带机。然后接通电视监视器，插入诊断程序卡，最后接通电脑。电视屏上自动显出一张测

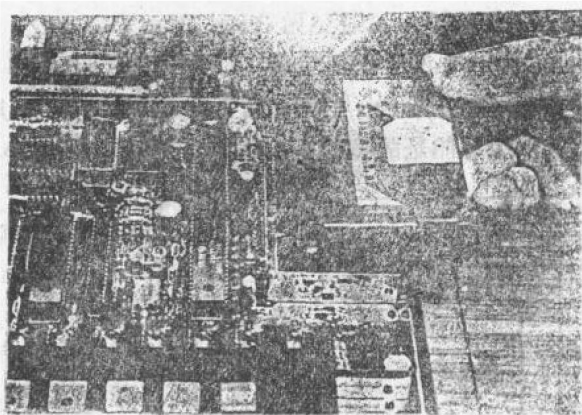


图 1·2 用于电脑本身故障寻迹的诊断型程序

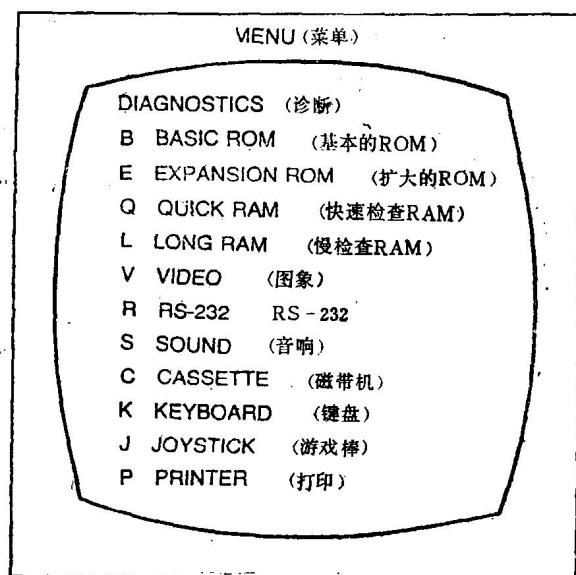


图 1·3 一个典型的诊断程序，它提供了许多不同测试项目的“菜单”。每个测试项目检查电脑的某个电路。

试表(图1·3)。如果没有显示，你就不能用这个办法，但是我们假定它是有显示的。这些表格在电脑用语中称为“菜单”。图中示出这个程序的主要“菜单”的样子。

接下去的工作就是揿按钮。如果你要快速检查RAM存储器，就按Q。这个试验数出你有多少RAM(4K字节，16K字节，32K字节等等)。然后，程序检查存储器的每个字节。它先将数字存入一个字节中，然后电脑检查所存的数是否正确。在试验过程中你可以看到经常在变化的垂直条形图象(图1·4)。

16K 字节 RAM 的快速测试 约需 3min。还有一种更全面的测试，约

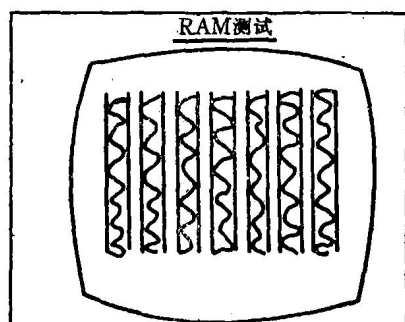


图 1·4 一个RAM试验，逐个测试RAM片，在电视屏上显示出垂直条形图象。

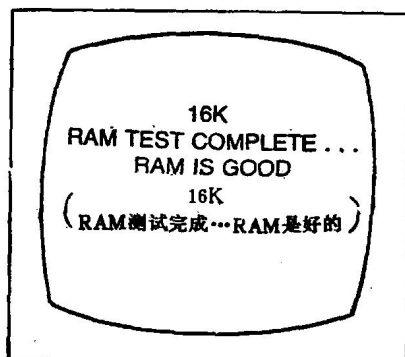


图 1·5 测试结束时诊断程序给RAM的一份检查表。

需要4h。应当尽量避免做这样长的试验。总之，测试程序写成能将结果显示在电视屏幕上。如果RAM没有任何毛病，则电视就显示RAM TEST COMPLETE ..... RAM IS GOOD. (RAM试验完成.....RAM是好的)。将显示的容量与你的RAM容量相比，如果RAM的容量不符，这可能是故障的一个线索。如果一个RAM有故障，电脑就清楚地显出RAM ERROR.....REPLACE CHIP (RAM错误，更换片子)。

接着你可以看到片子的编号以及现有RAM的数量(图1.6)。

程序中其它测试项目也是类似地进行的，并给出相应的结果。毫无疑问，今后将发展各种诊断检查与测试，来引导并帮助我们修理机器。

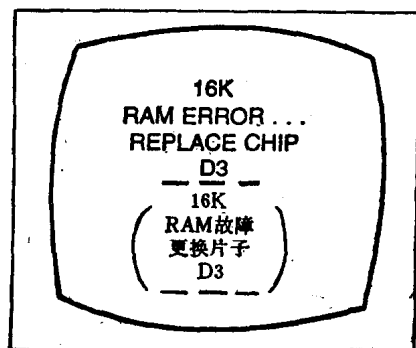


图 1.6 如果有一片ROM是坏的，程序会告诉你，并指出哪一片是坏的。

## 确定故障位置

象修理老式电视机一样，可以利用显象管的显示作为一台测试仪来检查电脑的故障。在大多数情况下显象管可告诉你什么电路产生故障。仔细分析显象管的显示情况，立即可以知道图象接口是否有毛病，键盘是否有故障，同步脉冲发生器是否有问题，ROM是不是不工作了等等。甚至一些游戏棒和盒式磁带机的故障也能显示出来。

当然，关键在于对于电视显示及输来的信号进行训练有素的分析。这意味着你必须熟悉电脑中产生的信号，以及它们是如何被处理和显示的。

当一个专门的电子技师着手修理时，他就开动脑筋如下(图1.7)。首先他要仔细地观察症状，将症状归入电脑主要故障的某一类型。然后他进一步将症状分为主要的和次要的。显示器往往同时表示出多于一、二种症状。例如，画面不能保持正常的帧同步，同时不能显示图象。有时明显的主要症状表示电路有故障，有时次要症状之一却是真正显示了原因，从而归根结底为主要症状。

一旦技师决定检查一个电路，他就选用适当的仪器，根据对观察结果的推敲进行正确的修理工作。对于每个主要的故障类型总是存在不同的寻找方法，可以有30到40种不同的寻找方法。除非他是采用下述的工作方法，否则他可能是在浪费时间：例如，如果认为电脑插件板有问题，他就用逻辑笔去测试状态。若显示的图象出现收缩，他就用万用表测试高压电源。当声音部分不起作用时，他就检查数字模拟转换电路。如果他脑子里牢固地记住了电脑系统的一般方框图，并且熟悉数字及全电视信号是如何被处理、控制及显示的话，他就能迅速地确定最可能发生故障的部位。

## 典型电脑系统的方框图

如果你去看一个典型的家用电脑系统，你将看到主人在一架象手提式打字机那样的东西

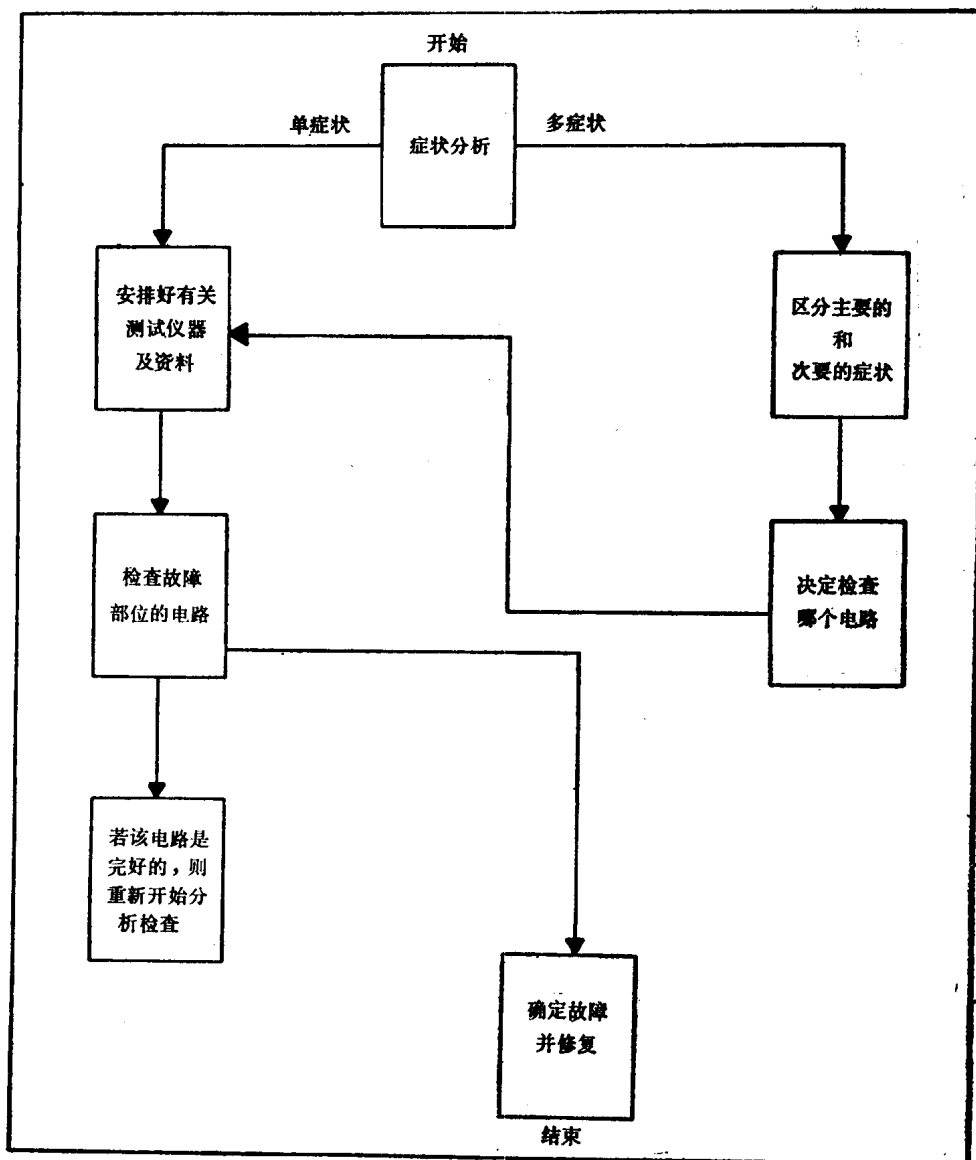


图 1·7 典型的电脑修理程序，从开始到结束是象任何故障寻迹任务一样的。开头是症状分析，並由此入手进行工作。

上打字。在他打字的时候，他凝视着一架彩色电视机的屏幕。在电视机的旁边，有一架打印机和一架盒式磁带机。操作员常常用到磁带机，要掀上面的按钮。打印机不时地工作，发出嗞嗞的声音，送出一些打印好的文件。进一步观察可以看到有一对游戏棒插在键盘后面靠近打印机和磁带机接电缆的地方。这是第一次见到典型家用电脑系统所得的印象(图1·8)。

家用电脑完全象电视工业一样地应用电视接收原理。只是电脑显示的是另一种内容。电视工业产生一个全电视信号，将它与要播放的节目调制，然后将结果信号通过空间或电缆传送出去(图1·9)。家用电脑也产生一个全电视信号，但是将它与数字逻辑信号调制，然后送往电视接收机供显示(图1·10)。家用电脑既象电视发送机又象电视接收机。打字机样的外壳里含有整个电视信号发生器，象一架发射机。键盘产生数字逻辑信号。游戏棒的作用好比键盘

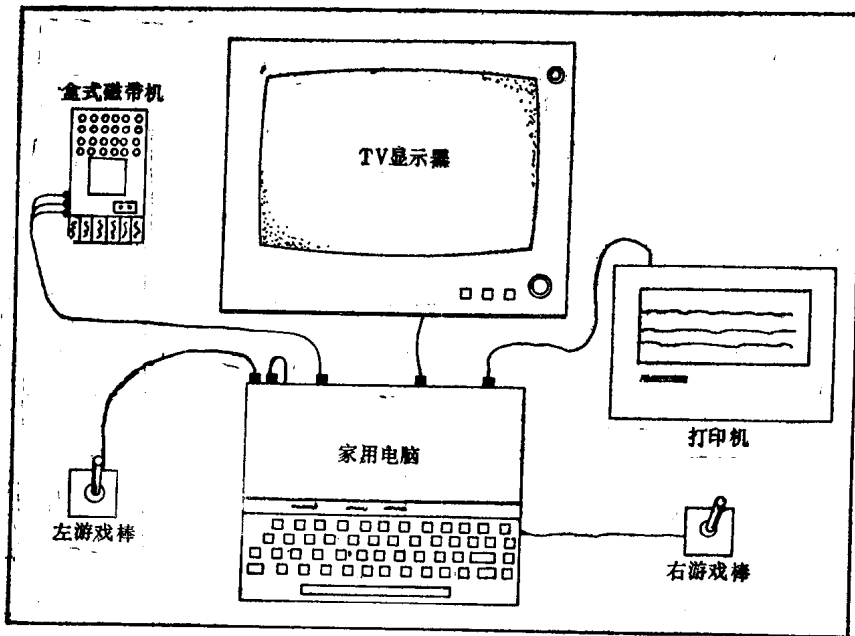


图 1·8 家用电脑系统，包括作为输入的键盘、游戏棒和盒式磁带机，以及作为输出的电视机、打印机和盒式磁带机。

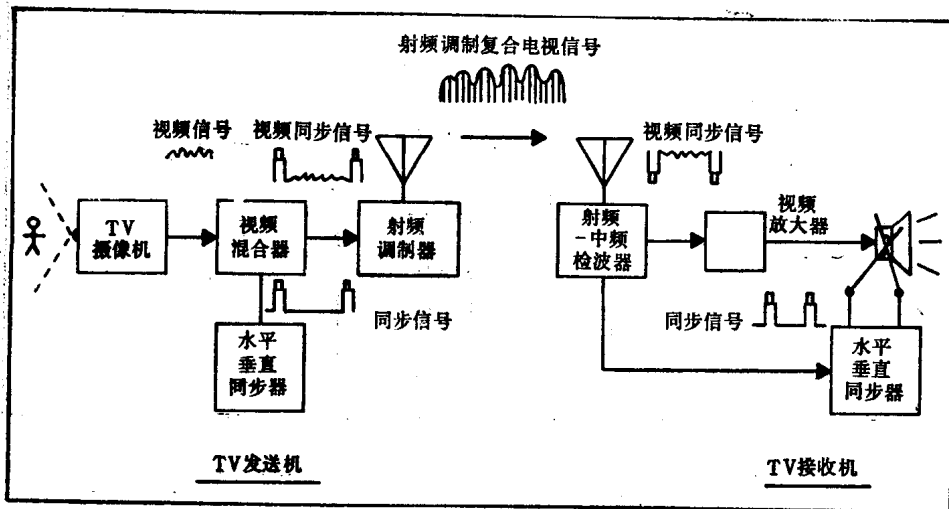


图 1·9 电视工业产生的包含节目图象的射频调制全电视信号。  
(图顶部“射频调制复合电视信号”系“射频调制全电视信号”之误。)

上添加的几个键，以产生更多的逻辑信号。

盒式磁带机是一个存储器。如果操作员要存储某些逻辑信号，可以在键盘上适当地键入几个代码，将逻辑信号输出到磁带上。输到磁带上的是逻辑信号，而不是全电视信号。磁带可以记录逻辑信号，因为它是在音频范围内。电视信号是在视频范围内的，因而不能用普通盒式磁带机来记录。

一旦磁带录上逻辑信号之后，磁带机就可以用作一个输入设备，象键盘一样。你可以将磁带机当作一个输出设备又可当作一个输入设备；它不象键盘和游戏棒那样只能用作输入设

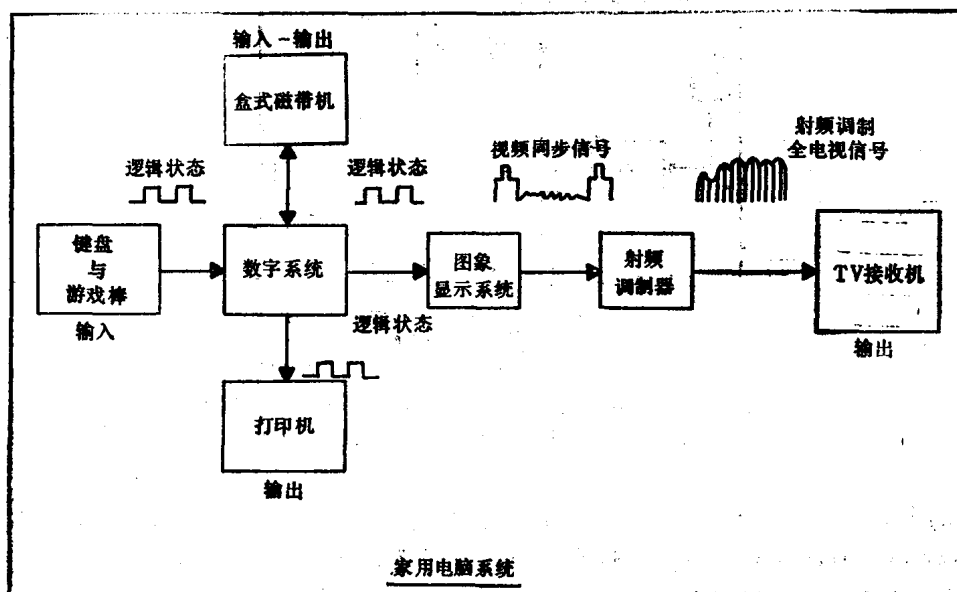


图 1-10 家用电脑也能产生射 频调制的全电视信号，但是其中包含的是数字逻辑信息。

备。

电视显示器就是一架黑白或彩色电视机。当没有电脑接在上面时，电视机仍可用来收看电视节目。在有些系统中的显示器是一个专用的电视监视器。这些监视器没有调谐电路，故不能用作家用电视机。还有一些电脑是将监视器与键盘做在一个外壳里。所有这些监视器是专门设计来用于显示数字逻辑信号的。它显示文字的分辨率远高于一般电视机。但是标准的家用电视机完全能满足大多数情况下电脑的显示要求。当然，电视机只是一个输出设备。通常情况下它不用作输入设备。

电脑的打印机是另一个输出设备。由适当的程序来控制，键盘与打印机配合工作，象一架完整的打字机，甚至电视机也可以不用。打印机可以印出与电视屏幕上相同的硬复制件。

组成一个家用电脑系统的设备示意图上画出五种部件。其中键盘和游戏棒是只供输入用的设备，电视机和打印机是只供输出用的设备。电视机、打印机、磁带机和游戏棒都叫做外部设备。在本书以后的几章里将更详细地讨论它。在这几章之前，我们将讨论电脑系统的象打字机样的部分，它不是一个外部设备，而是电脑本身。

## 微电脑的方框图

当你打开一架电脑，你所看见的是一块装满集成电路的印刷电路板。成百上千的电路由约50块集成电路以及与之配合的电容、电阻等组成。方框图粗略地分为五个主要部分（图1-11）。

电脑的心脏是中央处理单元，称为CPU。它担任了全部繁重的工作，你将看到它实质上就是所谓电脑。它联接电脑所有的其它部分。CPU是一个强有力的心脏，你将看到它很少出毛病，它需要一个起搏器来发动。这个起搏器称为时钟，它是连接到CPU的一个晶控振荡

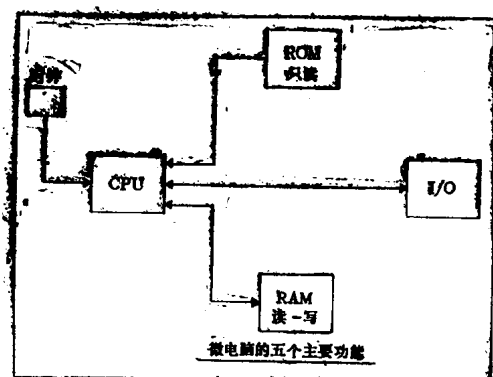


图 1-11 微电脑包括 CPU, RAM, ROM 以及 I/O 接口。一个时钟保证电脑及所有组成部分同步工作。

器。

电脑的大脑并不在 CPU 中。大脑分为两类。最大的一类称为 RAM。RAM 代表随机存取存储器 (Random Access Memory)，这是一个不太好懂的名词。一个比较容易懂的说法是读-写存储器。RAM 包括一行行存储器组。当你将一行行存储器存上数字逻辑信息时，就是说你是在写入存储器。你可以将大量指令和数据写入存储器。可以将你设计的所有的电脑程序写入或键入 RAM，只是要受到你的电脑中 RAM 容量的限制。对家用电脑而言，4K RAM 是小的容量，128K 是相当大的容量，16K 容量是足够用的了。

一旦你已将指令及数据写入存储器，就可以从存储器中读出信息。存储器里的信息好比你在笔记簿上的信息。写入之后，当你需要的时候就可以读出，这就是 RAM 为什么叫做读-写存储器的原因。你可以将信息写入 RAM，然后任意地读出信息。RAM 就象空白的笔记簿，可以写字；在你需要时可以读出或擦去。

在键盘壳里的另一类存储器叫做 ROM。ROM 代表只读存储器 (Read Only Memory)。这个名词比 RAM 容易理解。你只能从它读出信息。可以设想 ROM 是一本出版的书，书页并不象 ROM 那样是空白的，而是写满了指令、数据和地址。在电脑壳里有一些 ROM。你买来在电脑上做游戏的插卡也是 ROM。ROM 才真正是电脑的大脑。当接通电脑时，它就起控制作用，并且保持这种作用。ROM 中有一个控制程序。

当电脑开始工作时，它读取 ROM 的内容。你不能写入一个 ROM。它的内容是固定不变的，担任特定的任务，其作用即如此。你不能要求 ROM 做别的事情。

而 RAM 的页面是空白的，它的应用灵活得多。只要你在页面上正确地写好程序，RAM 就可以做 ROM 能做的任何事情。在后面的章节中，我们将更加详细地谈到 RAM 及 ROM。ROM 是相当牢靠的，不大出毛病。另一方面，RAM 却因对于静电相当敏感而容易出故障。在测试及更换 RAM 时，必须特别小心，以免引起故障。

方框图中第五个主要功能称为 I/O。这是表示输入/输出。为了将打印机、磁带机等等接到电脑壳里去，必须采用复杂的接口电路。在家用电脑机壳后面及侧面的插头后部，可以找到典型的 I/O 电路。这种电路包含许多片子及各种各样的元件。这种片子的规模与复杂程度可以与 CPU 相当。例如一个常用的 I/O 接口片子是 PIA。PIA 代表外部设备接口适配器 (Peripheral Interface Adapter)。它是一个与 CPU 同样尺寸的 40 只脚的片子。另一个常用的片子是 ACIA。它代表异步通信接口适配器 (Asynchronous Communications Inter

face Adapter)。它是一个 24 只脚的封装，在很多家用电脑中使用。这些片子将在后几章详细涉及。

## 方框图是如何工作的

为了能修理电脑，你必须懂得它是如何工作的。在本书中我们将反复地说明它的工作原理，一次比一次更深入地讨论其电路的工作。现在让我们来看电脑的五个组成部分是如何协同工作的。

举例说，假定你要用家用电脑写一封信。要完成这个任务，除了键盘、电视机之外你还需用一架打印机。首先你必须有一个书写程序。如果没有程序电脑是干不了多少活的。你可到电脑商店去买一个书写程序，它录在一个插卡上。这个插卡就是一个 ROM。

然后，你回到家里坐在你的机器前面，插上书写用的 ROM，将设备通电。当 CPU 通电之后，它就直接与 ROM 发生联系。这将使各部分都作好工作的准备。进行的顺序如下：ROM 进入工作。CPU 开始工作。RAM 存储器组开放，处于等待状态。打印机插在一个输出口上。电视显示器接在另一个输出口上。你准备在键盘上输入了(图1·12)。

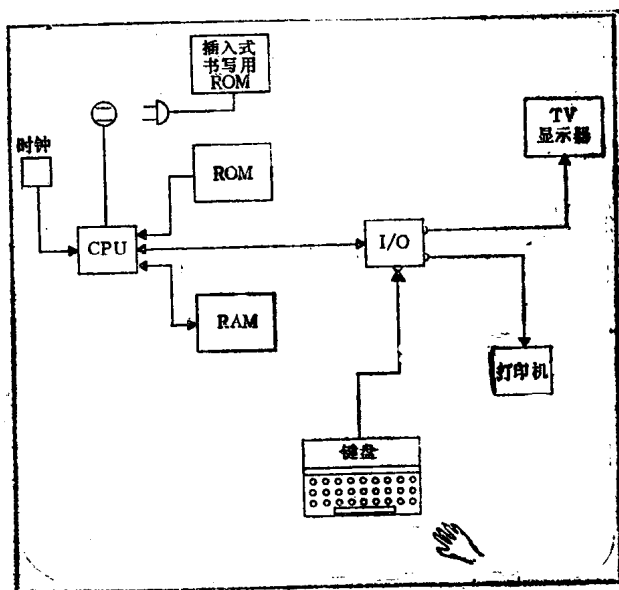


图 1·12 如果你在键盘上打一个字母S，这个字母通过I/O接口进入电脑。

你开始写信，按下一个键。键盘向CPU发出对应你按的字符的代码。CPU收到这个字符，向ROM请示。CPU用数字逻辑代码问ROM：“如何处置来自键盘的字符？”

ROM很快就回答：“将字符存在RAM中，同时在电视屏上显示出来。”CPU很快执行这条命令。它用代码将字符存在RAM中，并记录字符在RAM中的地址。每一个RAM都有它自己的地址，CPU必须记录所有的地址(图1·13)。然后，CPU将字符输出至图象上，你就在屏幕上看到了。

接着你在键盘上按下另一个字符。CPU实在是没有大脑的。它查收了这个字符就连忙向ROM发出一个焦急的消息。CPU说：“这里有一个键盘发来的字符，怎么处理？”ROM耐心地