

微机故障检测

与维修使用手册

陕西电子编辑部

微型计算机故障检测与检修手册

陕西电子编辑部

前 言

随着电子计算机在全国各个领域的广泛应用,如何正确操作,故障检测、并进行维修已是众多微机工作者十分关注的问题,本书正是应众多微机用户和广大微机工作者的热切希望而编写,它较详细的介绍了微机故障检测的原理;如何分析判断故障;故障检测的设备及故障诊断方法;它可帮你掌握微机维修技术,此书通俗易懂,文图并茂。

本书在介绍微机故障检测、故障诊断及故障维修的基础上,重点就当前我国各大专院校、企事业单位应用最多的IBM PC/XT及其兼容机(包括IBM PC、PC301、PC401、国产0520机等)以及APPLE II典型故障分析与检修,提供检修方法,并附有主要电路原理图,维修应用实例。供用户参考。再者,由于微型计算机的结构比较复杂,如操作不当,就产生种种“人为故障”。本书提供的有关资料,可解决这一问题,同时,检修一台机器或一个部件的故障不仅需要具备系统的硬件和软件的基本知识,而且需要具有软、硬件检查手段,测试仪表和电路分析的经验。本书还介绍了113个典型维修实例。此书不仅适用于初学、一般微机操作人员,而且也是广大微机工作者、科研人员和从事微机维修服务工作者的良师益友。

本书内容共分三部分:第一部分——概论。介绍计算机基本结构,故障检测方法、原理、测试仪器,维修方法等。第二部分——IBM PC/XT故障检修与维修实例。第三部分——APPLE II典型故障分析与检修实例。书中所列举的维修实例都是许多微机专家、教授及全国各地微机工作者在工作实践中总结出的维修实例。这些作者有:陈华栋、陈国曾、张毅忠、高玉、~~张~~张万增、朱会卿、冯天高、王明顺、胡建民、洪若川、殷南、等。

本书由刘庆华高级工程师和赵君侠工程师搜集整理、编写。

本书稿经吴宗粹、李友堂、张成明副教授,和张世杰、张忠智二位高级工程师审阅。在编写过程中高级工程师张忠智及时指导、提出宝贵的修改意见。从内容到文字编排都给予了具体的指导和帮助。

由于编者的水平所限和时间仓促,误漏之处难免,衷心欢迎广大用户和读者批评指正。

编者 1988年6月

目 录

第一部分：概论

第一章 微型计算机故障检测设备

- 第一节 微型计算机故障检测中的安全措施..... (1)
- 第二节 示波器..... (2)
- 第三节 逻辑测试笔..... (5)
- 第四节 自动测试仪..... (7)
- 第五节 存贮器测试仪..... (10)
- 第六节 逻辑分析仪..... (12)
- 第七节 人工测试台..... (15)
- 第八节 诊断检查程序..... (18)

第二章 常见故障的诊断方法..... (20)

- 第一节 微型计算机系统的故障分类..... (20)
- 第二节 常见故障的判断方法..... (21)

第三章 外部设备的故障检测及维护..... (39)

- 第一节 纸带输入机的检测及调试..... (39)
- 第二节 宽行打印机的故障检测与调试..... (44)
- 第三节 CRT显示设备的故障检测..... (50)
- 第四节 磁盘存贮器的故障检测及维护..... (53)

第二部分：IBM PC/XT故障检修与实例

第一章 IBMPC/ XT系统板原理和常见故障分析..... (61)

- 第一节 IBM PC/XT系统板简介..... (61)
- 第二节 系统板故障分析..... (64)
- 第三节 系统板故障的类型、检测方法及实例..... (70)

第二章 RAM (随机存储器) 故障分析与检修实例..... (104)

第三章 ROM (只读存储器) 故障分析..... (107)

第四章 彩色字符/图形显示适配器故障检修..... (111)

- 第一节 ROST检查彩色/图形显示适配器的局限性..... (111)
- 第二节 彩色显示适配器的基本结构及主要时序信号..... (112)
- 第三节 彩色显示适配器的故障诊断方法..... (118)
- 第四节 彩色显示适配器的故障检修及其实例..... (136)

第五节 彩色显示器.....	(145)
第五章 软盘适配器和软盘驱动器故障检修	(150)
第一节 软盘子系统的基本结构及故障的一般分析.....	(150)
第二节 POST程序对软盘子系统的检查.....	(157)
第三节 软盘子系统故障诊断方法.....	(159)
第四节 软盘子系统故障检修及其实例.....	(175)
第六章 硬盘驱动器	(203)
第七章 扩充部件	(211)
第一节 异步通讯适配器.....	(211)
第二节 扩充部件故障分析.....	(215)
第三节 网络中的磁盘故障分析.....	(222)
第四节 磁盘文件的维修.....	(237)
第八章 电 源	(240)
第一节 电源简介.....	(240)
第二节 基本工作原理.....	(241)
第三节 电源部分常见故障分析.....	(243)
第九章 IBM/ PC故障检测与维修实用方法	(251)
第一节 如何使用.....	(251)
第二节 前言.....	(252)
第三节 查找问题.....	(253)
第四节 拆下更换	(303)

第三部分：APPLE II 典型故障分析与检修

例一：软盘机几种常见的故障.....	(343)
例二：APPLE II ROM和RAM的检修方法	(345)
例三：苹果机 (APPLE II) 常见故障.....	(349)
例四：防止APPLE机的电源和接口板烧毁	(350)
例五：制作一张在任意内存容量的APPLE机上通用的磁盘	(351)
例六：APPLE主机起动电路的检修	(352)
例七：APPLE II机故障检修一例	(352)
例八：APPLE电源的检修	(353)

第 一 章

微型计算机故障检测设备

微型计算机故障检测使用的测试和维修设备与其它领域所用的数字电子设备基本相同。这就是说，多数测试过程是用通用仪表（包括测量视频终端CRT电压的高压表）、多迹示波器（用于测量数据和地址总线、时钟和其它控制线路等的脉冲）和各类接线夹、接线板、电源以及各种手工工具来完成的。按理说，使用这些工具就能解决所有微型计算机的故障检测问题。但是，还有一些专用的测试设备却极大地简化了微型计算机的维修工作（正象对于主要由IC组成的编程的数字设备一样）。这种专用设备包括探针、脉冲发生器、电流示踪器、逻辑夹、比较器以及逻辑分析仪。

虽然避免了复杂的理论问题，但以下的讨论包括用于微型计算机故障检测的各类设备的使用方法和对各种设备的信号或特性。还阐述了在微机维修中如何找出用现代测试设备去解决特殊问题时的特点和输出。

最重要的是应完全熟悉专用设备。大量的教课书不能使你成为掌握测试设备的专家，而需要的是实际操作。

应大力提倡为故障检测设备的每项建立一个常规操作程序或操作顺序。这种方法将会节省时间，并能使你熟悉设备的能力和局限，从而减少在未知的工作条件下得出错误结论的可能性。

第一节 微型计算机故障检测中的安全措施

除了常规操作程序外，在操作任何电子测试设备期间必须建立某些预防措施。许多预防措施对于各种类型的测试设备来说都是相同的。对于专用测试仪器来说有些则是独特的，比如，仪表、示波器和探针。一些预防措施是设计来防止故障检测操作中测试设备或被测电路的损坏。另有一些则是防止对人体伤害。本书全文贯串了一些实用的、特殊的安全防护措施。

应该认真学习下面一般的安全防护措施，并与测试设备说明中要求的专门预防措施加以比较。

1) 在微型计算机故障检测中最危险的部分是视频终端CRT的高压。一般地说，CRT的阳极要求大约1000伏/吋，故一个9吋的CRT阳极要求约9000伏。重要的是阳极电压（及与其有关电源）的测量应用屏蔽的高压探针（与维修电视机使用的相同，可参阅“简易的TV维修手册”一书，1977年，Prentice—Hall, Inc, Englewood Cliffs，

New Jersey)。

2) 其次危险的问题是微型计算机经常工作在115伏电压。此电压足以造成死亡。尽管为了IC的使用此电压常常被降低约5或6伏,然而电源线仍工作在115伏线电压上。

3) 许多故障检测仪器均罩在金属壳内。这些外壳与内部电路的地相连。为了正常工作,仪器的接地端总是应该与正在维修的微型计算机的地相连。正在维修的微型计算机的底盘和外壳不要与动力线任一端或高于地的任何电位相连。如果怀疑的话,则要通过隔离变压器把维修的微型计算机与电源线连接。

4) 维修微型计算机时,在危险电压(比如,CRT使用的高压)上操作总是有危险的,特别是当卸掉微型计算机外壳,并重接电源电缆时更危险。因此,在对微型计算机进行维修之前,总要尽力熟悉它。切记,在有故障的微型计算机中,高压可能出现在未曾预料的某些点上。

5) 在把测试引线与高压点连接之前,最好切断电源。在进行所有维修连接时也应切断电源。如果难以做到,那么要特别小心避免意外接触接地的电路和元件。还要记住,甚至低压也会出现问题。例如,改接掉在5伏线上会引起足够电流烧坏微型计算机的主要部件,以致无法修理。当然,这一问题还不足以与伤害人体相比拟。工作时一只手离开微型计算机,并站在适宜的绝缘地板上,可免除电击的危险。

6) 电容器可能贮存足以造成危害的电荷。在连接测试引线之前,使滤波电容器放电。

7) 绝缘损坏的引线会在引线的暴露点处形成意外的高压危险。工作之前,应检查绝缘磨损或断裂的测试引线。

8) 为避免意外电击的危险,在完成测试后立刻断开测试引线。

9) 严重电击仅是可能造成的危害之一。甚至小的电击或燃烧会使你面临更严重的危险,比如,倒在或碰到较高的电压电源。

10) 有经验的维修人员时时预防损伤,且不在危险电路上工作,除非在故障情况下另外有人协助。

11) 即使对故障检测的测试设备具有相当经验,但还要对不完全熟悉的仪器维修说明书进行学习。

12) 只能使用屏蔽的引线和探针。当探针接触“热”电路时,始终不允许手指滑向仪表探针尖上。

13) 避免振动和机械冲击。因为大多数电子测试设备都是精密而经不起碰撞的。

14) 在进行任何测试连接之前,应熟悉要维修的电路。尽力使测试仪器的能力与维修的电路相适应。

第二节 示波器

示波器是电子计算机故障检测和调试中最重要最基本的观测仪器。用它不仅可以测量电平,脉冲上、下沿、脉宽、周期、频率等参数,还可以观测信号的波形、相位、图案

(如“下雨”或“走步”图案),进行两信号的相位和电平幅度比较。用逻辑示波器还可以显示被测点的二进制编码和存贮器的内容。示波器直观、方便,因此,掌握示波器的性能和特点,熟练地使用示波器是十分重要的。

这一节概要说明其使用中的有关问题。

一、示波器的选择

我们知道,利用普通示波器可以观测周期性连续变化的电信号,而用它观测历时短促的脉冲信号,进行相位比较和图案检查则会发生困难,因此需要根据观测对象正确选择示波器类型和型号。在计算机的测试中,主要使用逻辑示波器,并且要根据测试对象,考虑以下几个主要特性:

1. 通道数

在计算机测试中,随着测试内容、目的要求的不同,需要的示波器通道数是不相同的。为了观测某一种脉冲信号的波形、参数,使用具有单通道的单踪示波器,如SBM-10就可以了。要同时观测、比较两种信号的相位关系、周期和电平幅值,则需要具有双通道的双踪示波器,如SR-8。要观察计算机内存贮器的“下雨”或“走步”图案,用以上的示波器是不行的,这时需要选用具有三轴放大能力的示波器,如SBM-1A。

2. Y通道的频域和时域响应

这个特征参数在很大程度上决定了脉冲示波器可以观测的最高信号频率(对周期性的连续波形)或脉冲的最小宽度。要不失真地重现脉冲波形,其基本条件之一是Y通道应有足够的宽度。若被测脉冲的上升时间为 t_r ,则Y通道带宽可用下式来估算:

$$B > \frac{2.2}{t_r (\mu s)} (\text{MHz}) \quad (1-1)$$

某些示波器的技术说明中往往只给出其频率响应-3dB端截止频率 f_h ,这时可按(1-2)式来计算Y通道对阶跃脉冲信号所产生的上升时间:

$$t_r \approx \frac{2.2}{2 \pi f_h (\text{MHz})} (\mu s) \quad (1-2)$$

SBM-10示波器频域为 $0 \sim 30\text{MHz}$, $t_r \leq 12\text{ns}$, SR-8示波器的频域为 $0 \sim 15\text{MHz}$, $t_r \leq 24\text{ns}$ 。

3. 扫描速度

这个特性参数表征示波器展宽被测信号波形的能力。示波器的扫描速度愈高,表明它能够展宽高频信号波形或窄脉冲的能力愈强。如SEM-10示波器的最高扫描速度为 $0.05\mu s/\text{cm}$, SR-8示波器最高扫描速度为 $0.2\mu s/\text{cm}$ 。当观测频率高于 100MHz 的信号波形时,可考虑选用取样示波器,当观测变化十分缓慢的过程时,则宜采用慢扫描的超低频示波器。

在电子数字计算机的故障检测和调试维护中,使用SBM-10和SR-8示波器比较普遍。

SBM-10示波器是一种晶体管化的多用示波器,它具有Y轴单通道放大器,如不另加措施,只能在荧光屏上显示一种信号波形。它的Y轴通频带宽,扫描速度高,因此,一般用来观测较高速变化的信号,如高频振荡信号,毫微秒级脉冲波和快速变化的连续信号。它能对各

种脉冲信号的宽度、幅度、上下沿、相位、频率等参数进行定量测定和波形观察分析。另外它还有单次扫描装置,便于对单次瞬变信号的幅度、波形、相位周期变化进行有效观测和分析。

SR-8 示波器是全晶体管化的小型双踪示波器,它具有双通道Y轴放大器,信号校准装置。它的二通道频域较宽,但扫描速度较低。用它观测时,可以同时显示两个信号波形,能同时观察和测量两个不同的瞬变过程。它不仅可以把二种不同的电信号同时显示在荧光屏上进行对比、分析、研究、而且还能组成差分放大形式,使两种信号叠加进行显示,也可以选择单通道工作方式,进行单踪显示。

SBM-10和SR-8 示波器的性能、结构及其使用方法读者可以参阅有关资料。

二、示波器的使用

1. 如何提高分辨力

当示波器已经选定时,尽量减小光点的直径,是提高分辨力的主要途径。屏幕上的光点粗细与电子密度有关,密度愈大,聚焦愈差,光点愈粗。因此在使用示波器时,应尽量将亮度调暗一些。再调节“聚焦旋钮”使光点成为直径不大于1 mm的小圆点,配合调节“辅助调焦”旋钮,使图象在荧光屏上比较清晰。且亮度适宜。

2. 探头的使用

在观测电平幅度和脉冲的相位、频率等参数及波形时,合理使用探头可减小示波器输入阻抗对被测电路的影响。因此,必须根据测试的要求选用探头。在计算机脉冲信号的测试中,使用低频电容探头较多,其频率响应特性较好,产生的失真也较小。但在使用时,应对其微调电容定期调校,以保证输出波形最佳。

3. 电流夹子的作用

一般用脉冲示波器测量节点的电平、观测脉冲极性比较方便,只要将探头放到观测点调节好示波器旋钮就可使用了。但要用探头来测量脉冲电流则比较困难。为此人们想了不少办法,扩展了脉冲示波器的功能。电流夹子和示波器配合使用,就是示波器功能扩展的一种方法。

将专门制作的电流夹子和脉冲示波器连接使用,可以不必断开被测电路,直接测量其脉冲电流。这种方法简单易行,使用方便,在磁芯存储器的测试中经常使用。

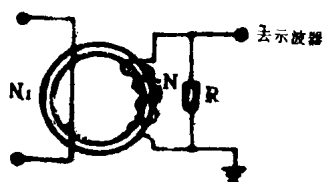


图1.1-1 电流夹子原理图

下面说明电流夹子的制作和使用方法。

1) 电流夹子原理:电流夹子的基本原理如图1.1-1所示。其初、次级线圈匝数比为1:68,其 $R = 68\Omega$,磁环尺寸为 10×6 ,当在磁环上绕上线圈N后,再分成两半,然后用胶粘在金属夹子内。再按图示接上R及连线。

2) 电流夹子的使用:当观测某线路脉冲电流时,将粘有磁环绕阻的金属夹子张开,夹住欲测电路,并将电流夹子与示波器连接,然后调示波器,即可在荧光屏上观测到被测电路的脉冲电流波形及其幅度等参数。

由于电流夹子在制作中磁环可能会有些破损,而造成一定的观测误差,因此,在使用前应测定一下实际误差,并在使用中按其误差值对观测结果予以修正。

4. 避免波形失真

示波管的偏转灵敏度有一定限制,在使用过程中荧光屏上双峰幅度不得大于8 cm,以免波形失真。为此,在使用前应将“Y轴衰减”置于最大,然后根据所显示的波形和观测需要,适当调节衰减档。如果信号不需要增幅,则可将信号由后插孔直接输入,但应在两者之间加隔直流电容。

5. 调好触发档

在测量信号时,“X轴选择”应置于“内触发”档,扫描触发信号取Y通道的被测信号。这时应按被测信号之极性将“触发选择”置于“内+”或“内-”档。若采用外触发信号,则“X轴选择”应置于“外触发档”,并将外触发信号由“触发输入端”输入。再按外触发信号的正负极性将“触发选择”置于“外+”或“外-”档。当被观测信号与电源频率有关时(如测直流电源中含有的纹波电压),可使用“电源”触发。

在电压、相位、频率的测量中,要注意采用合理的测量方法和正确调节示波器。使用中也要注意示波器的维护和保养,以防损坏。

第三节 逻辑测试笔

电子数字计算机大量用到各种类型的数字逻辑电路。过去检测数字逻辑电路的电位和脉冲正确与否,均采用万用表或示波器,不仅价格昂贵,而且不太方便。近几年来,为了便于进行数字逻辑电路的调试和检测,采用一种新的测试工具——逻辑测试笔。

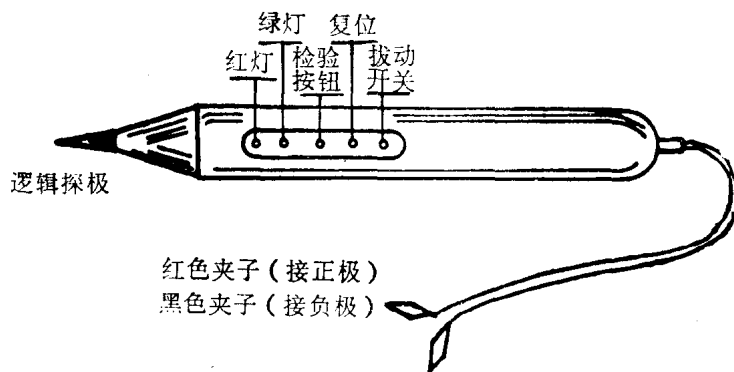


图1-1-2 逻辑测试笔

一、测试功能

通过红绿两个指示灯的显示,可对逻辑电路做如下的测试:

- 1) 测试逻辑电路是处于高电平还是低电平,或是不高不低的假高电平(悬空状态)。
- 2) 测试逻辑电路输出脉冲的极性(正脉冲还是负脉冲)。
- 3) 测试逻辑电路输出的连续脉冲或单脉冲。
- 4) 对逻辑电路输出脉冲的空度比作大概估计。

二、使用说明

- 1) 逻辑探针: 把探针置于被测点上, 就可以检测逻辑电路的信号。
 - 2) 红色指示灯: 在作电平及脉冲极性检验时, 红灯用以作高电平及正脉冲指示用。
 - 3) 绿色指示灯: 用作电平及脉冲极性检验时, 作为低电平及负脉冲指示。
 - 4) 检验按钮: 用于测试被测点是处于高电平、低电平还是中间电平。
 - 5) 复位按钮: 当按下此钮时, 不管是扳到“电平”位置, 还是扳到“脉冲”位置, 红绿灯均熄灭; 在将开关扳到“电平”位置时, 记忆电路复位。
 - 6) 拨动开关: 当该开关处于“电平”位置时, 检测电平。此时被测点的电平直接控制指示灯而不经记忆电路。
 - 7) 拨动开关位于脉冲位置时, 检测脉冲。此时被测点是用记忆电路输出控制指示的。只要有一个脉冲通过, 红灯或绿灯之一就亮(除非记忆电路被复位)。
- 其逻辑图如图1.1-3所示。

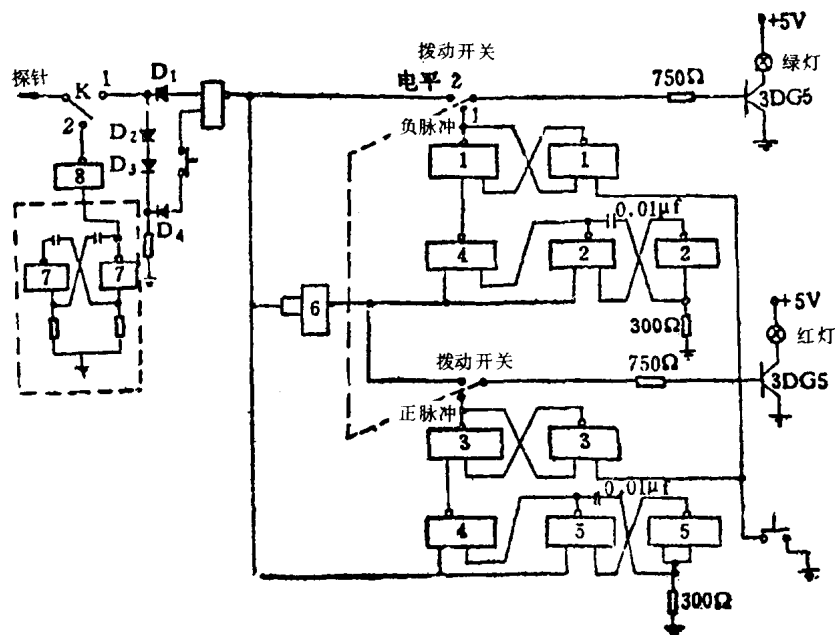


图1.1-3 逻辑测试笔的逻辑图

此电路中没有过压保护和自锁措施; D_1 , D_2 , D_3 组成过压保护电路, 保证当探针偶而触及高于 5 V 的直流电压时, 不会损坏逻辑测试笔。此外 YF6 的加入确保输入电平信号时, 不是绿灯亮, 就是红灯亮, 从而起到“测定”作用。

如果此测试笔的探头由开关 K 接入图 1.1-3 虚线框内的多谐振荡器, 则可由探针输出连续方波, 作为脉冲信号源使用。现在的逻辑测试笔不仅能检测电平状态、脉冲极性, 而且可以对被测脉冲进行计数, 以判断有无单脉冲及有多少个连续脉冲。这种逻辑测试笔上另外还有两个作循环计数的指示灯。

三、测试方法

测试时可把开关置于“电平”位置,见图1.1-4a和b,也可把开关置于“脉冲”位置,见图1.1-4c。

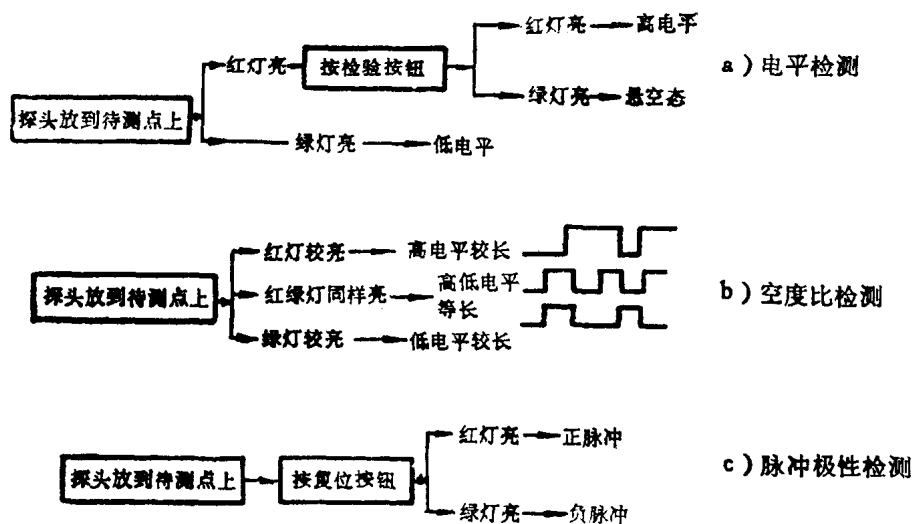


图1.1-4 逻辑测试笔的用法

第四节 自动测试仪

在电子计算机的故障检测中,用人工测试台进行检测,虽然调测直观、操作灵活,但效率很低,而且在很大程度上与机器维护人员的知识水平和工作经验密切相关。用诊断检测程序进行检测,虽然测试速度快,自动化程度高,但它对计算机本身有很大的依赖性,它要求计算机的绝大部分硬件都能正常工作,而且观测不直观。因此,需要一种兼有上述二者优点,而又灵活方便的测试设备。自动测试仪就是为满足这种要求而设计的一种自动化测试设备。

自动测试仪是在一台专用小型机或微处理器控制下能测试计算机好坏、并自动进行故障检测定位的测试设备,它的发展速度很快,从测试计算机电路元器件阶段,逐步发展到测试计算机插件、部件的阶段,现在已制出测试整个计算机硬件的自动测试仪了。这些自动测试仪按其测试对象来分,主要有两类:一类是用于中央处理机插件、部件测试的逻辑测试仪;一类是用于存储器插件、部件测试的存储器测试仪。

这些自动测试仪的具体功能和结构虽不一样,但其基本组成原理是大致相同的。图1.1-6是自动测试仪的结构组成框图。图中的控制处理装置就是一台微处理机,数据库中存

放测试程序和测试码，输出装置可以是CRT或灯显示，也可以是LPT或PTP输出，还可以将测试结果存入磁带和磁盘中。

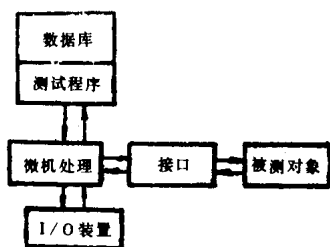


图1.1-5 自动测试仪组成框图

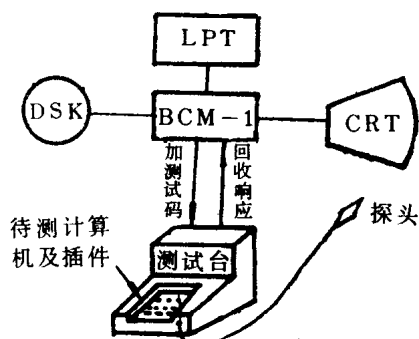


图1.1-6 自动测试仪

数据库中的测试码可以由自动测试仪随机生成，也可以用确定性生成法或人工杂凑法事先生成。使用时，由测试程序控制可从数据库中自动取出测试码，加到被测对象输入端上，然后读出其响应输出，再和数据库中的正确结果进行比较，等到整个测试码组都测试比较完毕，就能根据被测设备的响应及其结构等条件，判断是正常，还是有故障，并给出故障的定位信息。

图1.1-6是一个实际的主要用于微型计算机测试的自动测试仪结构组成示意图。图中的控制处理装置采用BCM-I型微计算机，接口装置是测试台，输入装置是盒式磁带机或软磁盘，输出装置是CRT显示器和LRT行式打印机。待测计算机插件或微机通过测试台与自动测试仪连接起来。

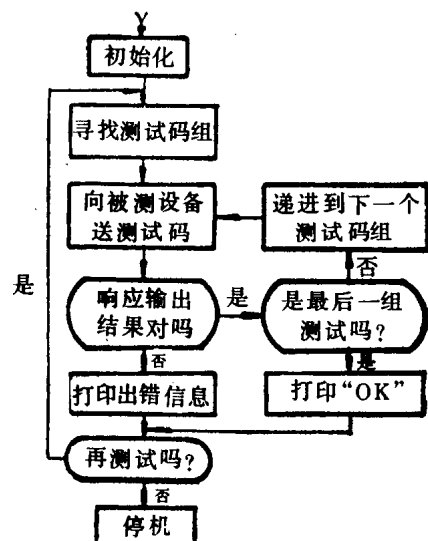


图1.1-7 自动测试流程图

使用时，自动测试仪按键盘命令从磁带或软盘上读入测试码和测试程序，加到被测计算机插件或微机上，然后回收其响应，与数据库中的正确结果比较。若检测有故障，再由故障定位测试程序进一步分析定位故障。自动测试仪的探针可做一些辅助测试，以提高诊断的分辨率。

图1.1-7是自动测试过程流程图。

自动测试时，根据测试要求寻找测试码组，一一加到测试对象上，并一一回收比较。等到所有测试都进行完。即可得出诊断结论。我国某单位研制的便携式通用微机故障自动诊断仪，可以对微机的CPU和非CPU两大部分随机生成测试码，建立故障字典和故障定位树，自动追踪定位微机中的故障，方便实用。

下面我们具体介绍一种采用“人工杂凑”测试码，自动检测定位的插件自动测试仪。

其测试仪面板如图1.1-8所示。

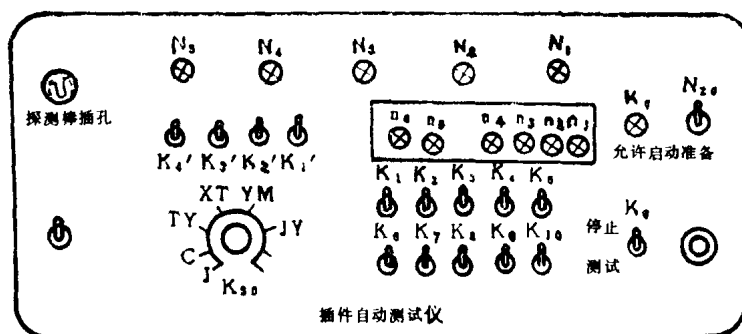


图1.1-8 插件自动测试仪面板

一、测试码生成

这台自动测试仪采用了人工杂凑测试码。它根据不同插件的逻辑功能，用人工方法生成测试码，并按插件功能及逻辑结构编制了功能测试程序。再把它和测试码一起存入计算机的存储器中。现在，以简单的YF门为例，具体说明人工杂凑测试码的方法。

对于“与非门”电路，测试码个数为 n ，对于有 i 个输入端的与非门：

$$n = \begin{cases} 2 + i & (i > 1 \text{ 时}) \\ 2 & (i = 1 \text{ 时}) \end{cases} \quad (1-3)$$

其中，有两个测试码为全“0”和全“1”码，其余为非全“0”、非全“1”码。全“0”，全“1”即向门电路的所有输入端发全“0”或全“1”码，再测其响应输出。这种测试码对于输入、输出端和地线、电源等短路故障，在回收测试码时，可立即被检测出来。

具有3个输入端的与非门，其测试码及其响应输出如表1-1所示。

表1-1 三个输入端的YF门测试码及其响应输出

测试码序列	测 试 码			响应输出		故障部位及故障类型
	X_1	X_2	X_3	正 确	出 错	
1	0	0	0	1	0	$Y: s-a-0$
2	1	1	1	0	1	$Y: s-a-1$
3	0	1	1	1	0	$X_1: s-a-1$
4	1	0	1	1	0	$X_2: s-a-1$
5	1	1	0	1	0	$X_3: s-a-1$

对于YHF门、HF门及由其构成的组合逻辑电路,对于R-S触发器,D触发器及其门电路构成的时序电路都可用同样的方法生成测试码。再以此为基础,构成运算控制器、输入输出接口、存贮器控制逻辑的各种标准及非标准插件的测试码。

二、测试方法

进行运控插件测试时,先将被测插件安装在测试仪的固定位置。插件的名称由测试仪面板开关 $K_1' \sim K_4'$ 和 $K_1 \sim K_{10}$ 决定,构成测试条件。再以此调用内存中的相应测试码及其测试程序,进行自动测试。然后回收测试结果,将其与正确结果相比较,判断是“正常”还是“故障”。若有故障,则由测试程序根据测试结果自行分析定位,并输出诊断结果。

这个测试仪的测试结果以指示灯显示输出。若结果正确,则 N_1 灯(绿灯)亮;若出错,则 $N_2 \sim N_5$ 灯(红灯)亮。其中, N_2 表示YF门有故障; N_3 表示或扩展有故障; N_2 及 N_3 均亮表示YHF门有故障; N_4 表示组件内部短路(内部管脚焊接短路),此时 $n_1 \sim n_6$ 灯显示该组件号码。如果该组件外部引线对地或电源等短路,则显示插件上某管脚号。本系统规定,短路时 $N_2 \sim N_5$ 灯全亮,并用 $n_1 \sim n_6$ 显示管脚号($n_1 \sim n_4$ 表示个位, $n_5 \sim n_6$ 表示十位),并以 N_1 灯亮否区分是插件正面(a面)引线,还是插件反面(b面)引线。当 N_6 灯亮时,表示由多级逻辑电路构成的线路中间级可能有故障。这时,可由人工使用“探测棒”对中间级进行辅助测试,并结合自动测试的结果进行综合分析,以定位故障。

在测试中,可由开关 K_2 控制测试程序的执行方式。当 K_2 置“0”时,表示“单次”执行,即测试仪只执行一遍测试程序就显示测试结果,并退出测试。当 K_2 置“1”时,表示要作“连续”执行,即测试程序便反复循环执行。这对于某些因接触不良等原因引起的暂时性故障也可以定位至具体的插件、组件。

测试中,若开关 K_3 , $K_1' \sim K_4'$ 和 $K_1 \sim K_{10}$ 全部为“0”状态,按“启动”按钮,则程序认为是操作错误,便由测试仪显示灯报警(面板灯全亮)。此时,扳下 K_1 开关,再按下“启动”按钮,即可消除报警,消灭指示灯。其它与 K_j 开关不符符号的操作,测试仪拒不执行。

用这种自动测试仪可以区分元、器件内部、外部以及短路、断路、桥接等故障,还可以区分某些暂时性故障,把故障定位到一个门、一条线。这种自动测试仪,在TQ-5A计算机的调试维护中,应用效果很好。

第五节 存贮器测试仪

存贮器测试仪基本上采用功能测试原理。为了实现功能测试,它由产生测试图案的专用计算机(小型机或微型机),加上接口装置、时钟发生器,I/O装置及电源构成,如图1.1~9所示。

测试图案发生器是存贮器测试仪的核心设备,用以产生测试图案和标准信息。目前,产生测试图案的方法主要有三种:一是由专门的图案生成系统产生,存入测试仪存贮器内,然后输给被测存贮器作为测试码;二是由测试仪随机产生测试图案,并自动控制测试

数据的循环，三是由测试仪软件自动产生测试图案，并控制对存贮器进行测试。第一种方法比较简单，第二种方法用得较多，第三种方法简单实用，费用低廉，但速度较低。Intel 8085 微型计算机（国产 SDK-85 微机）对存贮器的测试图案就是用软件自动产生的，其检测一个 4 KB 的存贮器仅需 3 秒钟。

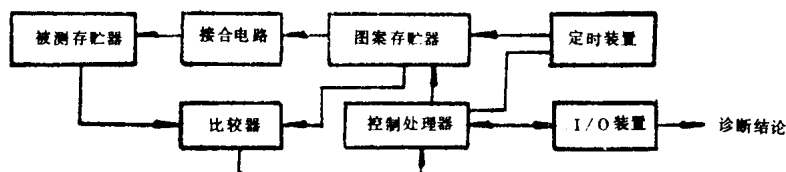


图1.1-9 存贮器测试仪框图

这里，测试图案发生器是由测试台内的专用小型计算机（或微型计算机）构成，它产生的测试图案存入其本身的存贮器中，然后由控制处理器控制，循环使用。接合电路包括将输入图案变为输入波形的“波形选择器”，以及为实现输入输出信息电平转换的驱动器及其连接线路。定时装置用以产生各种输入波形的多路相脉冲、选通脉冲等时序信号。

美国 IBM 公司生产的 MD 诊断器，事先生成测试图案及测试程序，存入磁带上，使用时，将该测试仪直接和计算机的存贮器相连接，并由操作面板是键盘启动操作，即可对存贮器进行测试。MD 测试仪如图 1.1-10 所示。

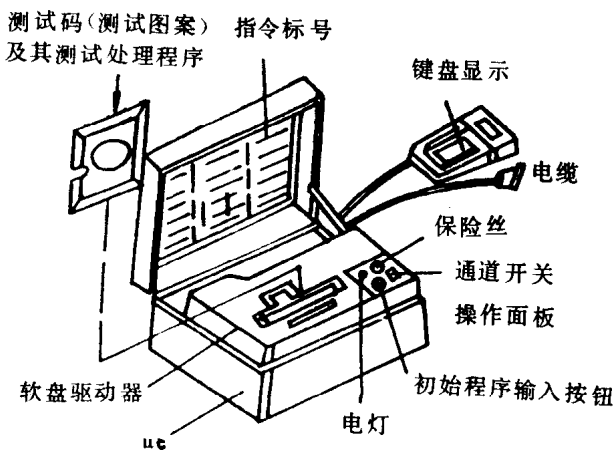


图1.1-10 IBM公司生产的MD测试仪

IBM 公司的 MD 测试仪是一种比较严密、精确的测试仪，它能对存贮器自动执行故障的程序，快速分析故障症码，自动进行微诊断，并能与远程计算机维护中心通信，接收来自远程维护中心的维护指导，快速诊断计算机存贮器的故障，大大地方便了维护及检测工作，也提高了 IBM 3880 计算机的利用率。

图 1.1-11 是 LS-83 存贮器测试系统的组成框图。其核心是一台 HEURIKONMLZ-91A 型计算机和测试仪。测试仪用一个字长 32 位，容量为 1 K 字的随机存贮器作为控制存贮器，控制顺序电路控制微程序的执行。测试系统对存贮器的测试是通过执行测试仪控制存贮内的测试微程序进行的。测试系统中的微型计算机是在测试软件支持下，对测试仪发出命令，以启动、停止或继续执行测试微程序。

使用时，测试软件按照操作人员的选择，从测试仪微程序文件中分为调入微测试程序到微型计算机内存，然后把测试仪的控制存贮器作为微机的外存贮器。

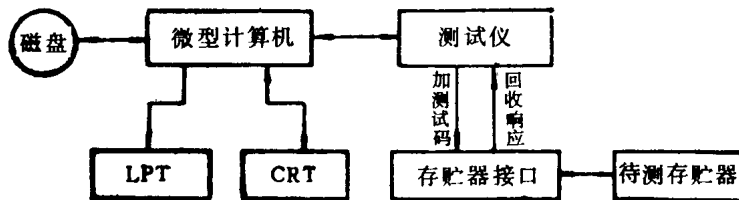


图1.1-11 LS-83存储器测试系统

测试微程序文件中的各测试微程序段，分别以不同的图案，如行干扰、列干扰、对角线移动、走步、跳步、邻位干扰、棋盘图案等，对存储器进行测试。

它能对静态MOS存储器和动态MOS存储器进行比较严格的功能检查。当存储器电路出现故障时，能比较准确地进行故障定位，并显示出如下的故障信息：

- 1) 存储电路故障定位信息；
- 2) 所执行的测试微程序段名称（或段号）；
- 3) 出错微指令的地址；
- 4) 被测存储器板块的出错单元地址；
- 5) 正确操作数和错误操作数等。

操作人员按照上述故障信息，更换有关存储组件、调试、修复有故障的存储器。

对于其它故障，如奇偶校验错、超时错、动态MOS存储器刷新时限错等故障，还能输出错误信息，指出故障类型，帮助调试、维护人员分析查找存储器的故障。测试时，还可以利用系统的有关命令、随时干预测试过程，灵活地安排测试内容和执行方式，以判别故障类型。

这种存储器测试仪已成功地用于LS-83微型计算机存储器的测试中，也适用于其它型号的静态或动态MOS存储器的故障测试及调试维护中。

第六节 逻辑分析仪

逻辑分析仪是专门用于观测数字信号的测试仪器，它具有多线示波器和其它自动测试仪的优点，是一种功能很强的计算机调试维护和故障检测工具，深受用户的欢迎。

逻辑分析仪和其它测试仪相比有如下特点：

- 1) 能够同时观测多路数据信息或控制信息，并以某种方式捕捉窄脉冲干扰；
- 2) 能够捕捉所需观察点前后的波形，具有多种捕捉数字信息的功能；
- 3) 能看到偶然的出错信息，并可从记忆状态中寻找故障源；
- 4) 能进行信息的变换，以2进制或16进制或ASCII码显示信息，便于程序的修改和调试。

一、工作原理

逻辑分析仪的种类很多，但其基本原理是相同的。图1.1-12是逻辑分析仪的基本结构组成原理图。逻辑测试探头和比较器前端输入线的连接个数根据逻辑仪的型号不同而有差