

LA-32 逻辑分析仪的测试实践

康 赐 荣

(电子工程系)

摘要 本文对逻辑分析仪与微机开发系统和诊断程序进行比较分析,说明三者各有能最大发挥其效用的应用场合,并简要介绍了 LA-32 逻辑分析仪的组成及程序流程图,同时着重介绍触发信号的选择、触发条件的设置及作者用 LA-32 逻辑分析仪进行检测的一些实践。

关键词 逻辑分析仪,数据域测试,触发字

1 数据域测试

随着大规模集成电路、数字计算机、智能化产品等数字系统的出现,尤其是集成电路集成度、印刷电路板布线密度进一步提高,数字系统的软、硬件故障检测难度越来越大,促进数据域测试理论研究和测试仪器迅速发展。逻辑分析仪是数据域测试最重要、必不可少的测试仪器。它能对数字系统的软、硬件故障进行检测,并分析故障原因。

所谓数据域测试就是研究以离散时间或事件为自变量的数据流,分析数据流,把程序的地址和数据以状态表形式显示出来[(表1),表中,第一列为行号,触发字的行号为+0000,触发

表1 逻辑分析仪的状态表显示

-0002	2FB6	00	+0008	2008	CD
-0001	2FB7	20	+0009	2009	30
+0000	2000	3E	+0010	200A	20
+0001	2001	00	+0011	2030	07
+0002	2002	D3	+0012	2031	C9
+0003	2003	88	+0013	2FB6	0B
+0004	2004	3E	+0014	2FB7	20
+0005	2005	01	+0015	200B	C3
+0006	2006	D3	+0016	200C	06
+0007	2007	8C	+0017	200D	20

• 本文 1990-08-07 收到。

+0018	2006	D3	+0023	2030	07
+0019	2007	8C	+0024	2031	C9
+0020	2008	CD	+0025	2FB6	0B
+0021	2009	30	+0026	2FB7	20
+0022	200A	20			

字之前数据,行号为负,反之为正,第二列为地址,第三列为数据],可以跟踪程序的运行情况,从而可查出程序是否有错,尤其是跳转、转子、循环、输入、输出指令能否正确执行.因此,这种分析称为逻辑状态分析,它主要用于软件故障检测.另一种是把数据流以时序图的形式显示出来(图 1,每屏显示 16 通道,第一屏为地址,第二屏为数据及一些控制信号,此略),便于观察分析各有关信号的时序关系是否正确,有无毛刺,以及总线是否存在恒 0、恒 1、

断线、碰线等总线故障.这种分析称为逻辑定时分析,它主要用于检测硬件故障.现代的逻辑分析仪都具有逻辑状态分析和逻辑定时分析这两种功能.逻辑分析仪是一种总线分析仪器,它能做到实时、准确地对计算机、数字系统进行动态调试、故障诊断,有利于分析故障原因.

微机开发系统主要用于为新系统开发软件,又可把硬件和软件资源临时借给被开发的系统,这样,就有可能在被开发硬件系统完成之前进行软件调试,缩短系统的开发周期.近年来开发系统增加了在线仿真器(ICE),它为捕捉系统运行研制的程序过程中总线的信息状态,是利用起仿真作用的 CPU 在每一机器周期中插入一个记录信息的外加过程,使程序不能严格地按原程序全速运行,这在实时性要求较高的情况下,将造成延时误差.

微机系统的诊断程序使用简便,但它对故障诊断一般只能到板级,不能到元件级,也无法指出故障原因,且它只能在微机系统基本完好的情况下才能运行.它也不能检测运行用户程序

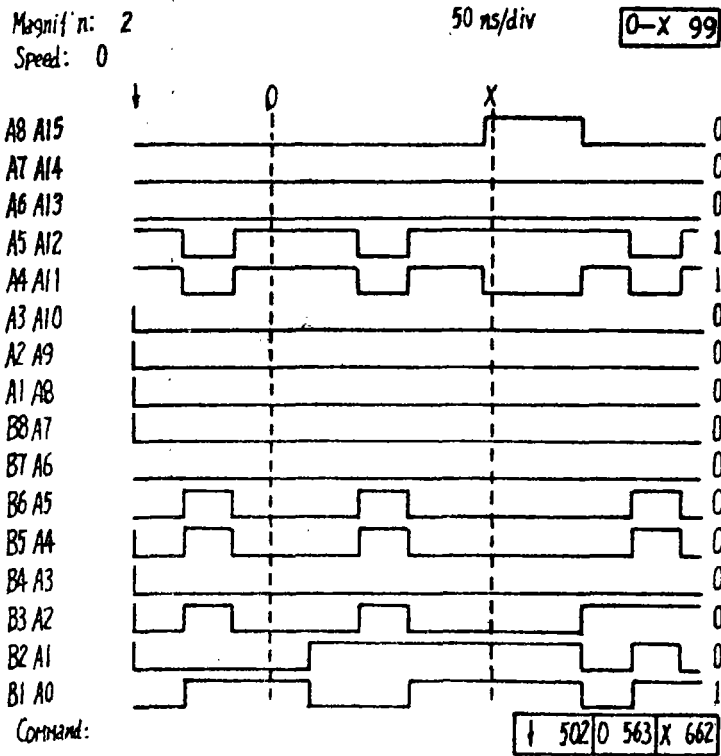


图 1 逻辑分析仪的时序图显示

时出现的间歇性错误。

总之,上述三者各有其能最大发挥其效用的应用场合,它们不能互相取代,必要时需交互使用。

2 LA-32 逻辑分析仪

逻辑分析仪需由数据获取、存贮、触发和显示等基本部分组成(图2)。

逻辑分析仪都具

有多路数据通道,输入信号在数据探头中经与设定的门限电平比较,判为0、1两种逻辑状态后存入暂存器。数据采集是在时钟作用下按节拍进行的,根据需要,采样时钟可为外时钟或内时钟。存贮器用来存贮采集的数据,它是先进先出(FIFO)存贮器。当存贮器存满后,

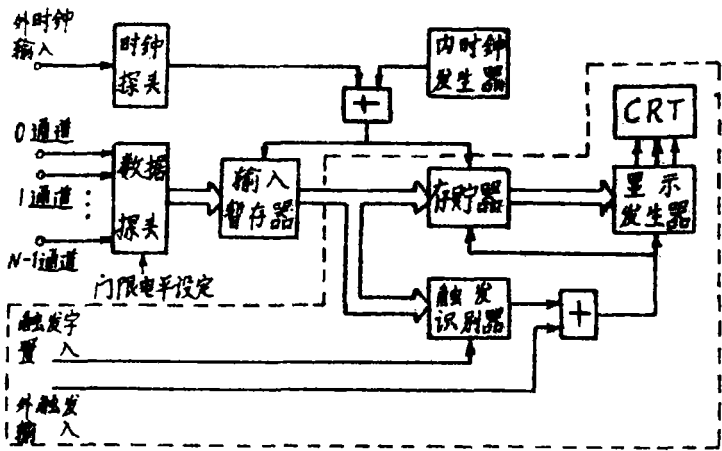


图2 逻辑分析仪基本组成框图

新采进来的数据就不断依次取代旧数据。数字系统运行时产生的数据流是无穷无尽的,为了捕捉和显示感兴趣的数据块,就需要由触发识别电路对数据流中数据字与设置的触发字或触发事件进行比较,当两者符合时,再经过一定延时产生触发信号,使逻辑分析仪由数据采集、存贮,转入显示。触发信号同时作用于存贮器和显示发生器,使存贮器停止存贮数据,而取出存贮器内容,以便于观察分析的形式把数据显示在CRT上。

上述这种专用的逻辑分析仪价昂,难于在我国普及使用。本文所介绍的LA-32逻辑分析仪是以个人计算机为核心的个人仪器,它仅需在PC机扩展槽上插上一采集控制板,外加数据采集探头、接线勾和逻辑分析软件即可。其它部分(图2中虚线部分):存贮、触发、显示、整个仪器控制均由PC机在逻辑分析程序作用下完成的。另外,它还可以文件形式存贮数据,及打印状态表、时序图。总之,它可以充分利用PC机原有的软、硬件资源,因此,它具有价格低廉、性能价格比高、研制周期短等优点。它可用于8位和16位微机系统开发、维修。LA-32逻辑分析仪的程序流程图如图3所示。在进行测试时,应按下列顺序进行选择:1—2—3—6—4(或5)。

在时序图和状态表显示下相应地有一些便于观察和分析结果的命令。在时序图显示下,可对波形进行压缩(命令键为C)、扩展(M)、编辑(E)、与标准或参考波形进行比较(B)、移动光标(O、X)以实现时间间隔的测量或读数据字、写盘(W)、读盘(R)、打印(P)、转为状态表显示(S),及显示命令键清单(H)等功能。在状态表显示下,有采样数据与标准数据进行比较的比较命令(B)、搜索某一特定字(S)、写盘、读盘、打印、转为时序图显示(T),及显示命令键清单等功能。

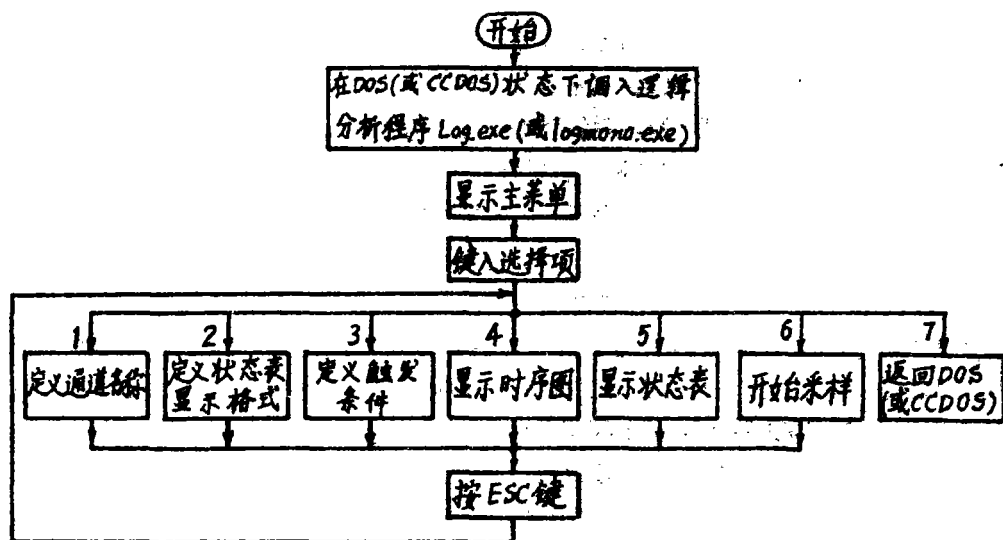


图3 LA-32 逻辑分析仪的程序流程图

3 逻辑分析仪的测试实践

使用逻辑分析仪进行数据域测试时,重要的是正确地选择采样时钟及其频率、有效沿,设置触发条件。

对于逻辑状态分析,为了检测软件故障,程序错误,要求逻辑分析仪能正确地跟踪程序,即要求以状态表形式显示地址、数据,及一些必要的状态信息。故逻辑状态分析采用外时钟,即被测系统时钟或某信号。选择时钟的原则是:在所选时钟的跳变沿上,被监视的所有信号(如地址、数据等)都处于有效状态。因此,选择时需参看用户系统所采用的微处理器或微机的工作时序。如对

Z80 微处理器,要反映取指周期(图4)及存储器读周期的地址和数据,可选用RD信号作为逻辑分析仪的外时钟,并令其在上升沿采样。把触发字(trigger word)设置在系统出错的某个地址或数据上,并选择适当的延时。这样,逻辑分析仪将收集导致出错的一系列数据,这有利于分析故

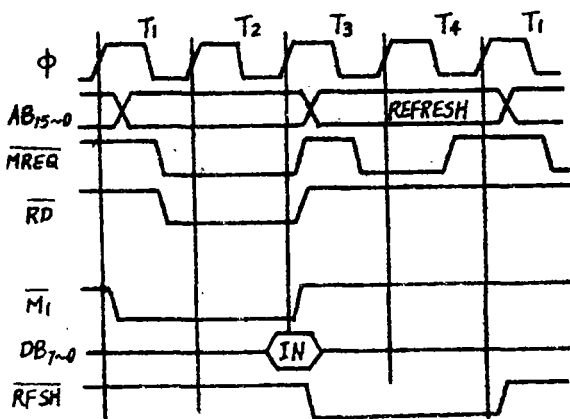


图4 Z80 取指周期时序图

障原因.

对于逻辑定时分析要求它能正确反映各有关信号波形时序关系,故它采用内时钟,并要求正确地选择时钟频率.时钟频率高,在一定的内存容量下,捕捉信号流的范围小,而时钟频率过低,会造成波形严重失真.一般应选内时钟频率为被测信号频率或相当最窄观测脉冲对应频率的5—10倍.对定时分析亦常采用触发字触发.但定时分析多用于监视控制信号,因此,通常只对触发字中与故障(或其它目标)有直接关系,或者怀疑有错误的信号状态的一位或几位进行设定,如对触发字中对应于中断请求信号INT,或器件的片选信号CS,或器件的输入时钟信号CP的位进行设定.以下以一实例加以说明.

在研制模拟集成电路测试仪时,在硬件电路调试过程中,发现锁存器74LS273不能正确锁存数据,利用逐步排除法及一般测试方法难以查出原因.后用LA-32逻辑分析仪检查,把从地址译码器输出接列273的时钟输入端的信号作为触发信号,并把触发字中接该信号的位设置为1.通过定时图的分析,发现273的时钟信号上升沿比要锁存的数据来得早,造成273锁存的是无效数据.我们设想把273的时钟信号加以延时,在该信号线上并上电容,但电容量多大合适呢?太小,延时不够;太大,引起振荡,都不能正确锁存数据.观察定时图,得合适电容值为0.01 μ F.

在开发某单片微型计算机控制系统时,应用系统联机可正常运行,但脱机不能运行.我们怀疑是复位电路不能正常工作.因为单片机8031若能复位,则PC应指向0000单元,该单元存放一跳转指令AJMP0100,在0100及其后若干单元,程序经设置堆栈指针,并行接口芯片8155命令字后,关显示等等,详见以下程序.

```

                                ORG 0000H
0000      2100      AJMP 0100H
0100      758130    MOV SP, #30H           ;设置堆栈指针
0103      900900    MOV DPTR, #0900H       ;设置8155命令字,PA,PB口
0106      7403      MOV A,30H             ;输出,PC口输入
0108      F0        MOVX (a)DPTR, A
0109      A3        INC DPTR               ;下面关显示
010A      7400      MOV A, #00H
010C      F0        MOVX (a)DPTR, A
:
0200      7B02      MOV R3, #02H
0202      EB        MOV A, R3
:
:

```

但上电或按复位键,显示器不熄.因此,在改进复位电路上尽管花了不少时间,仍不凑效,后用LA-32逻辑分析仪进行检测,结果如下

0001	00
0100	7B
⋮	

说明复位电路能使 8031 复位,但跳转不正确,即可能跳到 0200 7B02。为什么不能正确跳转呢?结合其它信息进行综合分析,最后,确认是文献[4]中把 EPROM 27128 的 24 和 25 脚标错了(正确应为脚 24 标 A₁,脚 25 标 A₂),这样地址 0100 就成了 0200,纠正过来后,应用系统脱机亦能正常运行。

在使用 LA-32 逻辑分析仪过程中碰到的问题之一是:在进行程序调试时需要跟踪程序的地址和数据,根据图 4 选 RD 为采样时钟,并令其上升沿采样,从显示的状态表来看,数据是正确的,但地址是错误的。出现这种情况的原因是该逻辑分析仪要求的数据保持时间 t_h 不为 0,在所要求保持时间之前,地址已无效了。经分析,我们把接地址线的探头盒的门限电平设定开关拨到 CMOS 侧(电源电压仍接 +5V),使地址线增加一级门电路的延时,满足了保持时间要求,解决了问题。

使用 LA-32 逻辑分析仪碰到的问题之二是由该分析仪不具有时钟限定功能引起的。需要时钟限定时需外加一些简单的门电路。把情况列于表 2。

表 2 逻辑分析仪的时钟限定

用户系统所用的 微处理器或单片机	目的描述	时钟限定
Z80	能反映取指、存储器读、 写操作的状态表显示	见图 5(a),上升沿采样
8031	同上	见图 5(b),上升沿采样

总之,LA-32 逻辑分析仪在我们的教学和科研中发挥很好的作用,它确实是微机电、硬件工作人员进行微机、智能化产品、数字系统开发、维修的强有力工具。若该分析仪能增加

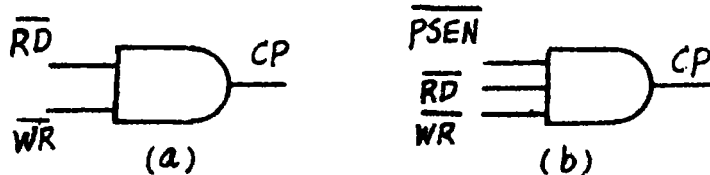


图 5 用于时钟限定的外加门电路

时钟限定功能,同时触发功能更多一些,就能更有效地发挥该分析仪的作用。

参 考 文 献

- [1] 郑爱必等,逻辑测量仪器及其测量技术,清华大学出版社,(1988),26—29,194.
- [2] 周明德,微型计算机硬件软件及其应用,清华大学出版社,(1983),129—132.

[3] 郑定明, 单片计算机应用技术, 人民邮电出版社, (1988), 77—79.

[4] 徐君毅等, 单片微型计算机原理与应用, 上海科学技术出版社, (1988), 565.

Practice in Testing with LA-Logic Analyzer

Kang Cirong

(*Department of Electronic Engineering*)

Abstract With respect to the author's practice in testing with LA-32 logic analyzer, this paper centers on how to choose trigger signal and how to set the conditions for triggering as well as some other experiences from the author's practice. As the basis for discussion, the logic analyzer is compared with microcomputer developing system and diagnotor, with the conclusion that each has its best application, the component parts of LA-32 logic analyzer and its program flow chart are described briefly.

Key words logic analyzer, test in data domain, trigger word