

## 7.1 逻辑分析仪

主要内容:

- ◆ 数据域测试系统的组成
- ◆ 逻辑分析仪的特点与分类
- ◆ 逻辑分析仪的基本组成原理
- ◆ 逻辑分析仪的触发方式
- ◆ 逻辑分析仪的显示方式
- ◆ 逻辑分析仪的主要技术指标
- ◆ 逻辑分析仪的应用

第1页

## 数据域基本概念

- ◆ 时域测量 —— 示波器
- ◆ 频域测量 —— 频谱分析仪、网络分析仪
- ◆ 调制域测量 —— 调制域分析仪
- ◆ 数据域测量?

数据域测量就是对数据流的测量，它面向的测量对象是数字逻辑电路（数字系统）。

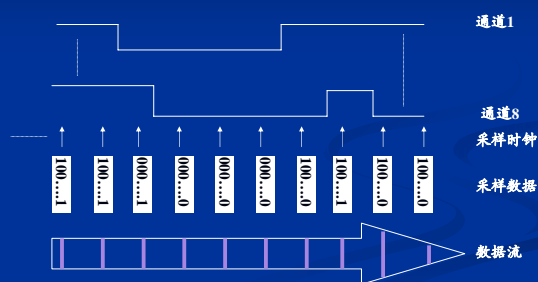
信息：只有两种逻辑状态的二进制符号（“0”、“1”）

数据字：多位二进制信息组合构成一个数据。

第2页

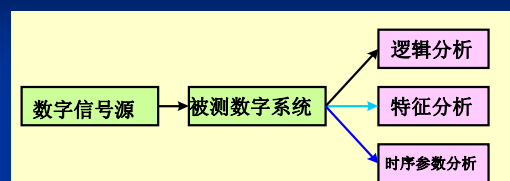
## 数据域基本概念

- ◆ 数据流：大量数据字的有序集合



第3页

## 数据域测试系统的组成



数字系统：输入和输出特性及数据流的时序关系。

多通道时序信号激励——→ 对应通道的响应

故障诊断—特征分析 时域参数—信号波形，混合信号分析

第4页

### 7.1.1 逻辑分析仪的特点与分类

#### 1. 逻辑分析仪的特点:

(多个信号间的逻辑关系和时间关系)

- 输入通道多
- 数据捕获能力强，多种触发方式—准确定位
- 较大的存储深度，单次、非周期信号、随机故障
- 显示方式丰富（伪方波波形、数据列表、反汇编）
- 能够检测毛刺

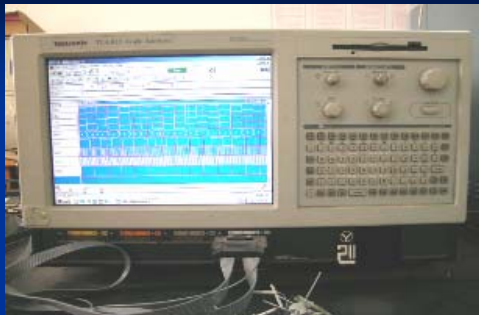
第5页

#### 2. 逻辑分析仪的分类:

- ◆ 按工作特点分类:
  - (1) 逻辑状态分析仪 (LSA): 与被测系统时钟同步
  - (2) 逻辑定时分析仪 (LTA): 自身时钟、异步
- ◆ 按结构特点分类:
  - (1) 台式逻辑分析仪
  - (2) 便携式逻辑分析仪
  - (3) 外接式逻辑分析仪
  - (4) 卡式逻辑分析仪

第6页

台式逻辑分析仪



TLA 612

第7页



便携式逻辑分析仪



第8页



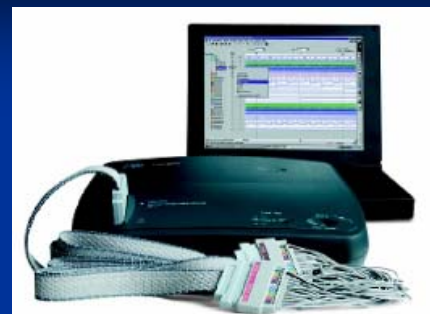
卡式逻辑分析仪



第9页



外接式逻辑分析仪



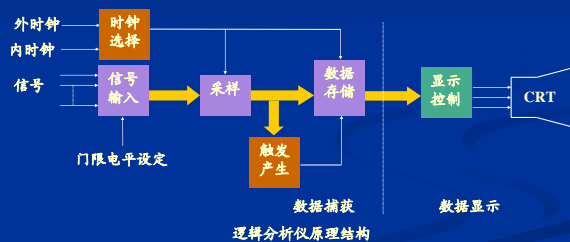
Agilent E9340A

第10页



## 7.1.2 逻辑分析仪的组成原理

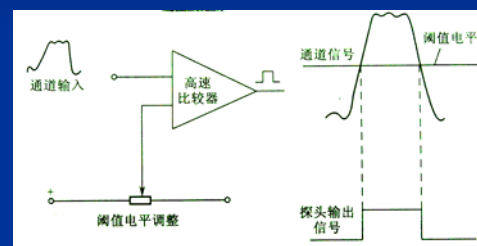
- 逻辑分析仪的组成结构如图所示，它主要包括数据捕获和数据显示两大部分。



第11页



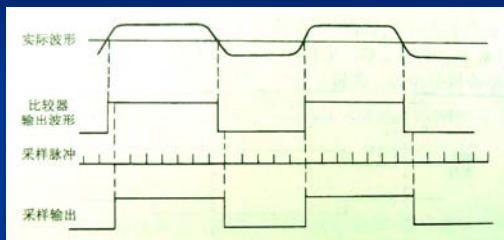
数据探头—高速高阻有源探头  
电平比较



第12页



## 数据的采样

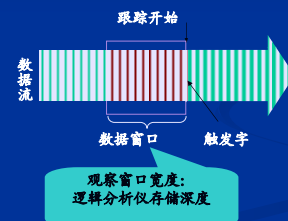


时钟同步的D触发器实现

第13页

## 7.1.3 逻辑分析仪的触发方式

- 触发的含义：由一个事件来控制数据获取，即选择观察窗口的位置。
- 跟踪(trace)：采集并显示数据的一次过程称为一次跟踪



第14页

### 1. 组合触发

- 组合触发：多通道信号的组合作为触发条件，即数据字触发，最基本的触发方式。

每个通道的触发条件可为：“1”

“0”

“X”

如：8个通道的组合触发条件设为：“011010X1”

则：该8个通道中出现数据：

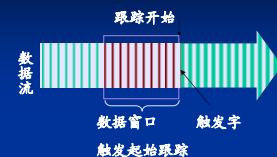
01101001 或 01101011 时均触发

第15页

### 基本的 触发跟踪方式：

- 触发起始跟踪

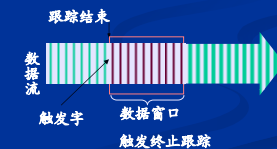
如：观察某子程序的执行情况



- 触发终止跟踪

FIFO存储

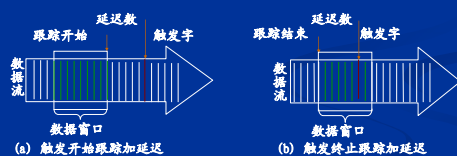
如：故障诊断



第16页

### 2. 延迟触发

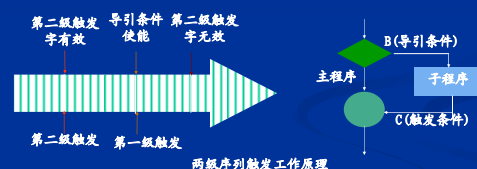
- 在数据流中搜索到触发字时，并不立即跟踪，而是延迟一定数量的数据后才开始或停止存储数据，它可以改变触发字与数据窗口的相对位置。



第17页

### 3. 序列触发

- 多个触发字的序列作为触发条件，当数据流中按顺序出现各个触发字时才触发（检测复杂子程序、多级触发、触发终止跟踪）。



第18页

#### 4. 手动触发（随机触发）

- ◆ 无条件的人工强制触发，因此观察窗口在数据流中的位置是随机的。

#### 5. 限定触发



限定条件触发产生原理

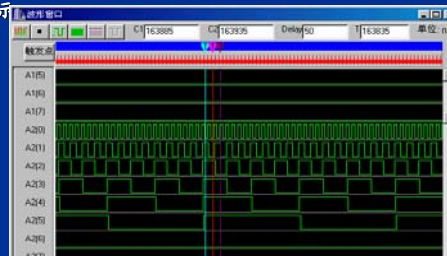
#### 6. 其他触发方式：计数触发、交互触发

第19页

### 7.1.4 逻辑分析仪的显示方式

#### 1. 波形显示

- ◆ 每个通道的信号用一个伪方波显示，多个通道同时显示



数据字、信号跳变沿的时间关系

第20页

#### 2. 数据列表显示

- ◆ 将每个通道采集到的值组合成数据，按采样顺序显示。二进制、十进制、ASCII码等形式

	数据 A1	数据 A2	数据 B1	数据 B2
0	08	08	00	00
1	00	00	00	00
2	09	03	00	00
3	07	07	00	00
4	06	06	00	00
5	06	06	00	00
6	07	07	00	00
7	05	05	00	00
8	04	04	00	00
9	04	04	00	00
10	05	02	00	00

第21页

#### 3. 反汇编显示

- ◆ 将数据流按照被测CPU指令系统反汇编后显示。

地址 (HEX)	数据 (HEX)	操作码	操作数
2000	214220	LD	HL, 2042
2003	0604	LD	B, 04
2005	97	SUB	A
2006	23	INC	HL
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.

第22页

#### 4. 图解显示

- ◆ 将屏幕X, Y方向分别作为时间轴和数据轴进行显示的一种方式。它将要显示的数据通过D/A转换器变为模拟量，按照存储器中取出数据的先后顺序将转换所得的模拟量显示在屏幕上，形成一个图像的点阵。



(A) BCD十进制计数器的图解显示



(B) 程序执行的图解显示

图解显示

#### 5. 其他方式 如：映射图形显示、直方图显示等

第23页

### 7.1.5 逻辑分析仪的技术指标及发展趋势

#### 1. 主要技术指标

- ① 定时分析最大速率。采样速率
- ② 状态分析最大速率。外部时钟最大频率
- ③ 通道数。
- ④ 存储深度。每个通道存储位数
- ⑤ 触发方式。
- ⑥ 输入信号最小幅度。探头检测的最小幅度
- ⑦ 输入门限变化范围。不同种逻辑电平
- ⑧ 毛刺捕捉能力。最小毛刺脉冲宽度

第24页

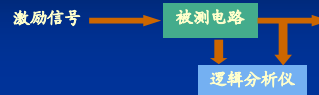
## 2. 发展趋势

- ◆ 分析速率、通道数、存储深度等技术指标也在不断提高。数字系统速度越来越快
- ◆ 功能不断加强。高级语言源程序、直方图显示各模块执行时间...
- ◆ 与时域测试仪器示波器的结合，提高混合信号分析能力。故障诊断、波形细节分析
- ◆ 向逻辑分析系统 (Logic Analyze System) 方向发展。信号发生、检测、时域数字域

第25页

## 7.1.6 逻辑分析仪的应用

### 1. 硬件测试及故障诊断



例: ROM的指标测试 极限参数



ROM 指标参数测试

ROM最高工作频率、工作寿命 (工作电压和温度) 测试

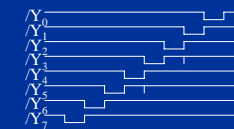
第26页

### 例: 毛刺信号的测试

数字系统中大量用到译码电路, 译码电路输出的片选信号正确与否直接影响到系统的工作。逻辑定时分析仪测试译码电路及其毛刺



(a) 译码电路的测试

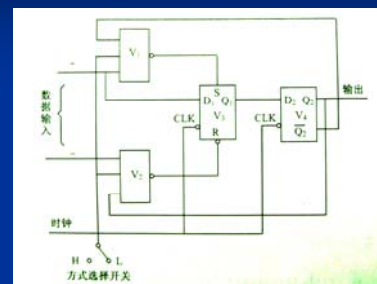


(b) 译码电路输出定时图

DM74LS138															
Inputs		Outputs													
Enable	Select	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7						
G1	G2 (Note 1)	C	B	A	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7			
X	H	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H	X	X	X
L	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H	X	X	X
H	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	X	X	X
H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	X	X	X
H	L	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	X	X	X
H	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	X	X	X
H	L	H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	X	X	X
H	L	H	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	X	X	X
H	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	X	X	X
H	L	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	X	X	X
H	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	X	X	X

第27页

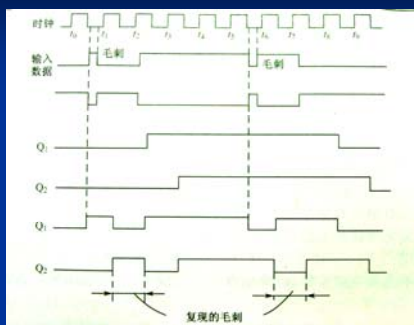
## 毛刺捕获电路



维持阻塞D触发器

第28页

## 毛刺捕获方式波形

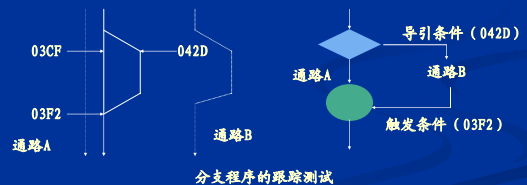


第29页

## 2. 软件测试与分析

- ◆ 逻辑分析仪也可用于软件的跟踪调试, 发现软硬件故障, 而且通过对软件各模块的监测与效率分析还有助于软件的改进。

例: 分支程序的跟踪



分支程序的跟踪测试

第30页