

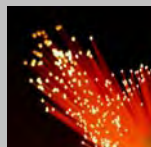
如何利用示波器解决 电源测试中的常见问题

QUALITY ■ INNOVATION ■ FORESIGHT



应用技术本部

上海横河国际贸易有限公司

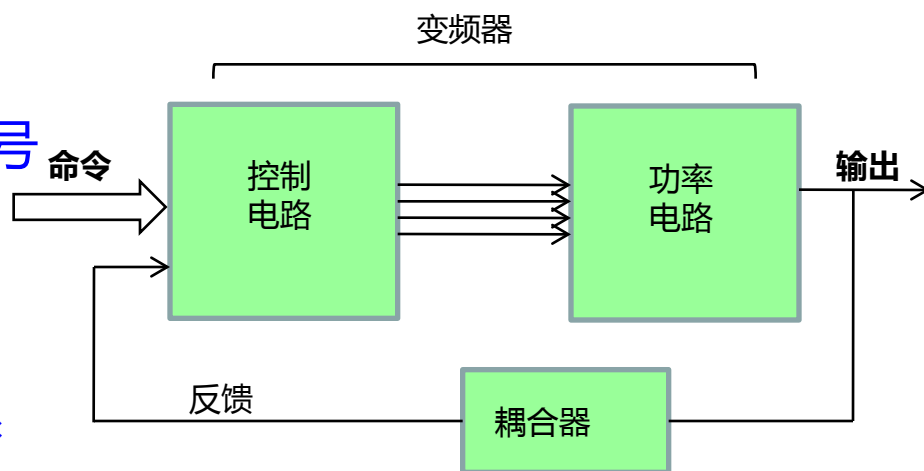


- 在现阶段节能环保的大环境下，如何进一步提高电源产品的性能，同时降低自身的能耗成为电源研发与生产企业所面临的挑战。示波器作为电源测试中的重要工具，在电源的研发与生产的过程中发挥了非常重要的作用，但工程师在利用示波器进行测试的过程中，遇到的问题也会越来越多。本专刊将以横河DLM2000混合示波器为例，阐述电源测试中常见问题的解决方案。

问题1. 混合信号的测量

■ 逻辑输入通道的必要性

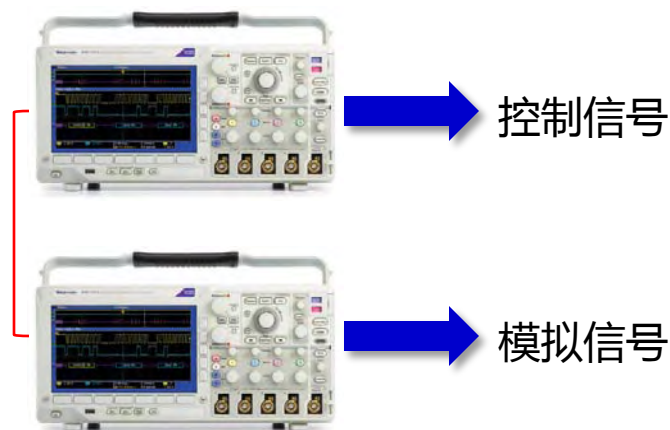
- 有必要测量电源中的**控制信号**
 - 控制信号超过**4路**
- 需要同时测量**模拟信号**
 - 控制命令与输出电压的**关系**



UPS 输出控制电路

■ 普通4通道示波器不能满足要求！

- 多台示波器连接增加通道数
 - 同步问题难以解决
 - 测试效率低下！
- 使用混合信号示波器(MSO)
 - 价格比普通示波器贵1/3以上



灵活MSO输入技术

■ 不同于普通的4通道数字示波器!!!

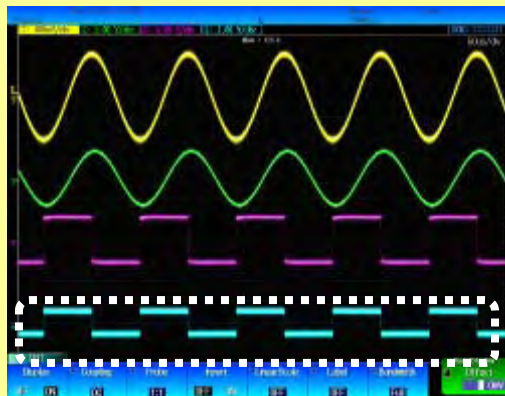
这款MSO具有业界首先采用的**灵活MSO输入**功能，可根据需要，将其中的1个模拟通道和8bit逻辑输入通道自由切换。因此，DLM2000是一台2合1的示波器，既可以作为一台4通道DSO，也可以作为一台3+8 MSO来使用。拥有它，您可以捕捉捕获到任何您想观察的信号。



Unique

该功能仅限4通道型号

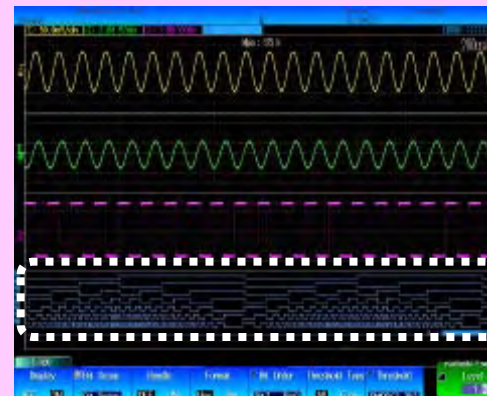
• 模拟4通道



Ch1
Ch2
Ch3
Ch4



• 模拟3通道&逻辑8bit



Ch1
Ch2
Ch3
Logic
8bit

电源工程师专属混合信号示波器

■ 预算紧张...

- 预算只够**普通四通道数字示波器**，但需要测试的信号太多了！
 - 模拟信号-电压电流信号等
 - 数字信号-各种控制信号
 - 串行总线信号-I2C, SPI, UART
- 混合信号示波器**太贵**了...



■ 使用DLM2000的话

- **标配8bit逻辑通道**
 - 必要时增加通道数

灵活MSO输入

- 可以解决**绝大部分测试问题**
- 普通4通道数字示波器的**价格**！！
- **一人一台MSO!**

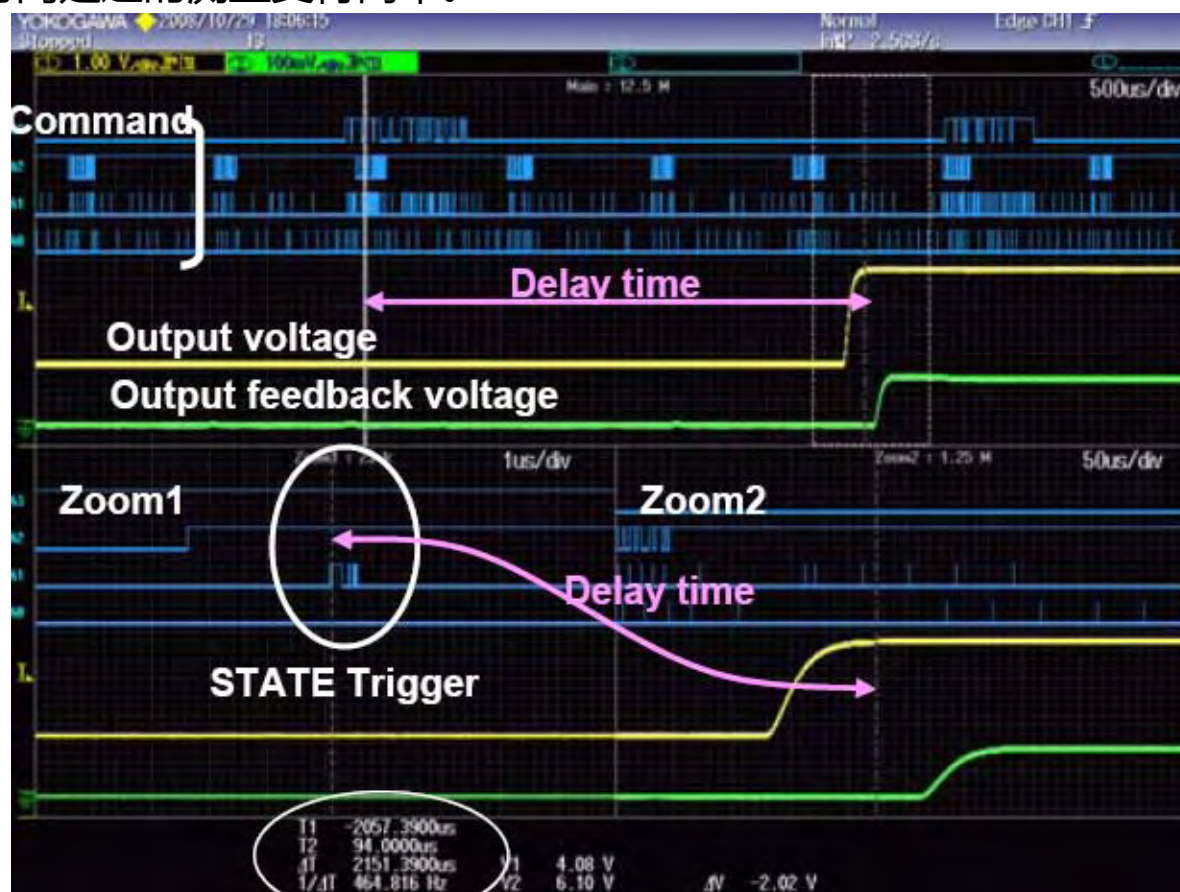
Unique



应用实例：UPS混合信号测量

■ 控制命令到输出电压稳定后的延迟时间测量

UPS可以以数字的方式控制输出以及开关机。DLM2000可以验证UPS发出命令（数字信号）到输出电压波形稳定后（模拟波形）的延迟时间，3+8的混合信号输入保证了DLM2000在测量输出电压与输出反馈电压的同时可以同时测量多路的命令信号。另外，DLM2000超长的存储深度保证在高采样率下长时间捕获波形，双路放大功能使得长时间延迟的测量变得简单。



问题2. 长时间捕获波形并测量

■ 很多时候需要长时间捕获波形并进行测量

- Vds是否超标
 - 开机软启动过程
 - 负载连续变化时
 - 负载由满载向空载，空载向满载跳变的过程
 - PFC电路输入为一个完整周期
- 测量时间从十几毫秒至大于1秒！

■ 目前的问题

- 只能在滚动模式下进行
- 波形无法展开（放大），难以观测其中的细节
- 测量精度受到影响

存储深度是解决此问题的关键

■ 为什么需要长存储？

- 采样率与记录长度及记录时间的关系
 - $\text{采样率} = \text{记录长度} / \text{记录时间}$

假定100MS/s采样率的同等条件下

记录长度(点)	100k	1M	5M	10M	100M
记录时间 (秒)	0.001	0.01	0.05	0.1	1

- 示波器通常标出最高采样率，在一定的存储深度下，记录时间增加到一定程度时会导致采样率下降！
- 长存储可以在保持较高采样率的同时观察更长时间的波形！
- 利用横河先进的历史存储技术可以存储更多屏的信号

超长存储深度 -最高125Mpts!-

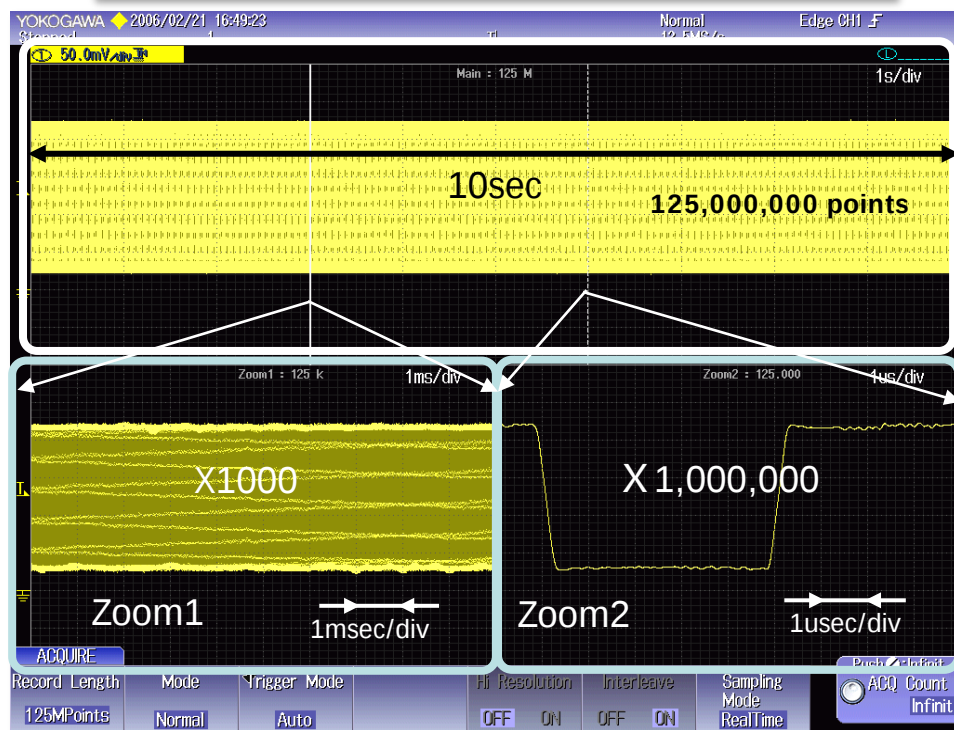
即使放大100万倍波形也完好无损！

■ 想长时间捕捉波形...

- 希望不降低**采样率**，一口气捕捉一连串动作
- 无法捕捉第二次的**单次**现象

■ 使用DLM2000的话

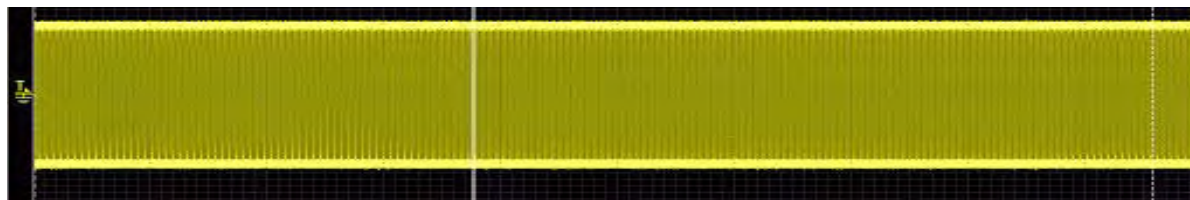
- 最大125Mpts
(M2选件，交替模式)
- ✓ 捕捉目前为止无法捕捉的长时间信号
- ✓ 捕捉**5,000秒**10kHz信号
(500sec/div)
- ✓ 同时捕捉**电源**PowerON波形和控制信号



采样率	信号带宽 (Hz)	测量时间(秒)	测量时间(分)
1.25G S/s	500M Hz	0.1秒	0.00167分
125M S/s	50M Hz	1秒	0.0167分
12.5M S/s	5M Hz	10秒	0.167分
125K S/s	50K Hz	1000秒	16.7分
25K S/s	10K Hz	5000秒	83.3分

■ 但是**大内存≠高效率**！

- 如果不能从存储的波形数据中快速高效的找到需要的信息，长存储的优势没有办法得到充分发挥
 - 在密集的长时间采集波形中如何找到异常信号？



■ 使用DLM2000的话

- 双区域缩放
- 搜索功能

双区域缩放(1)

■ 双区域缩放

- Zoom1和Zoom2区域可分别进行设置
- 有专用旋钮来调整缩放倍数，并用飞梭键来调整位置
- 主窗口和缩放区域的比例不仅是50:50的比例，也可以调整为20:80 使缩放区域更宽，可以轻松观察波形细节

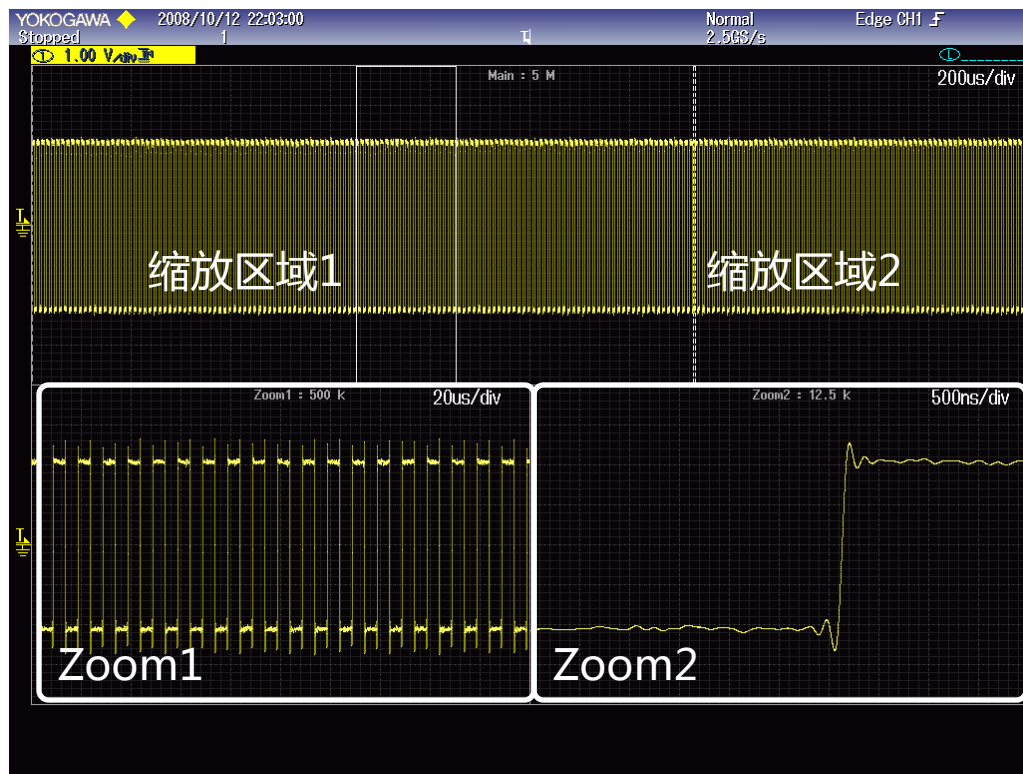
缩放系数



缩放位置



旋转飞梭



双区域缩放(2)

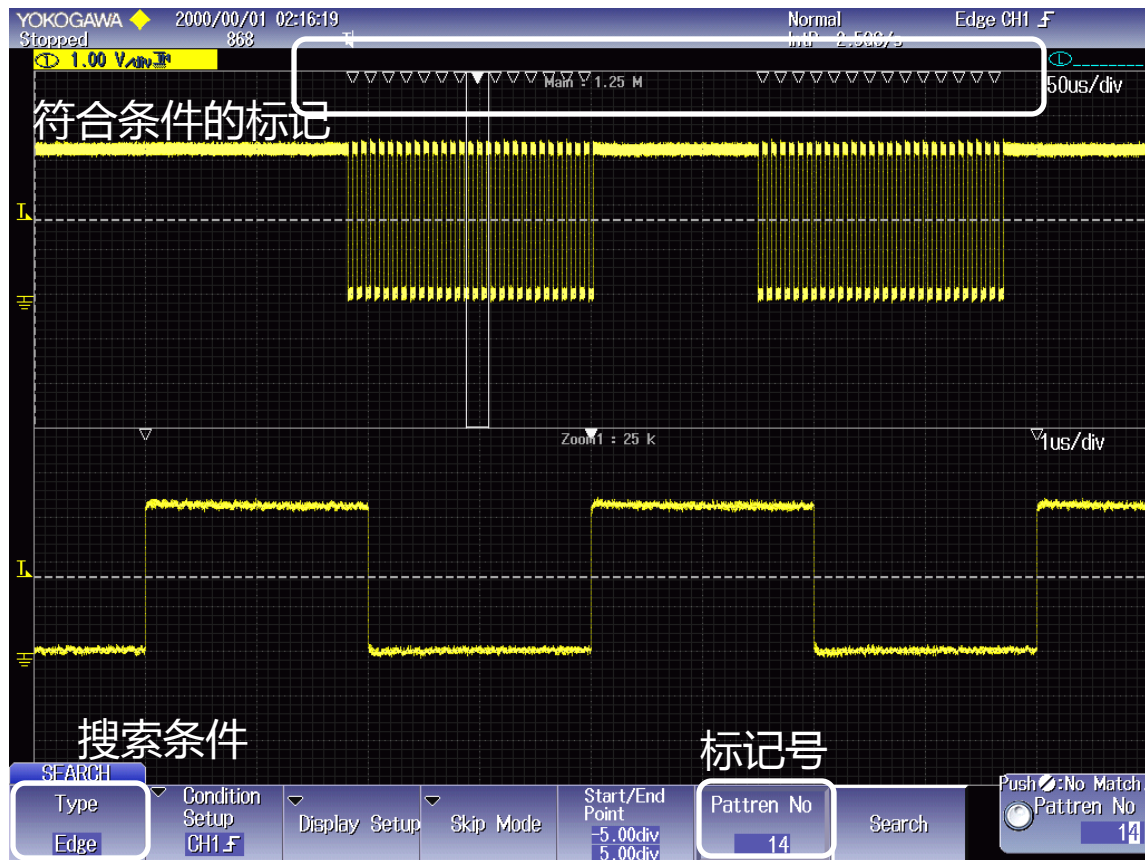
■ 自动卷动(Auto Scroll)

- 缩放区域的位置可以自动向前或向后卷动，卷动速度可以调节



波形搜索

- DLM2000提供了多种波形搜索条件，可将符合条件的波形的所有位置全部标记在屏幕上，并在缩放窗口中方便地切换显示搜索结果



搜索条件

- 边沿
- 边沿（条件限定）
- 状态码型
- 脉冲宽度
- 状态宽度
- 串行总线

标记号

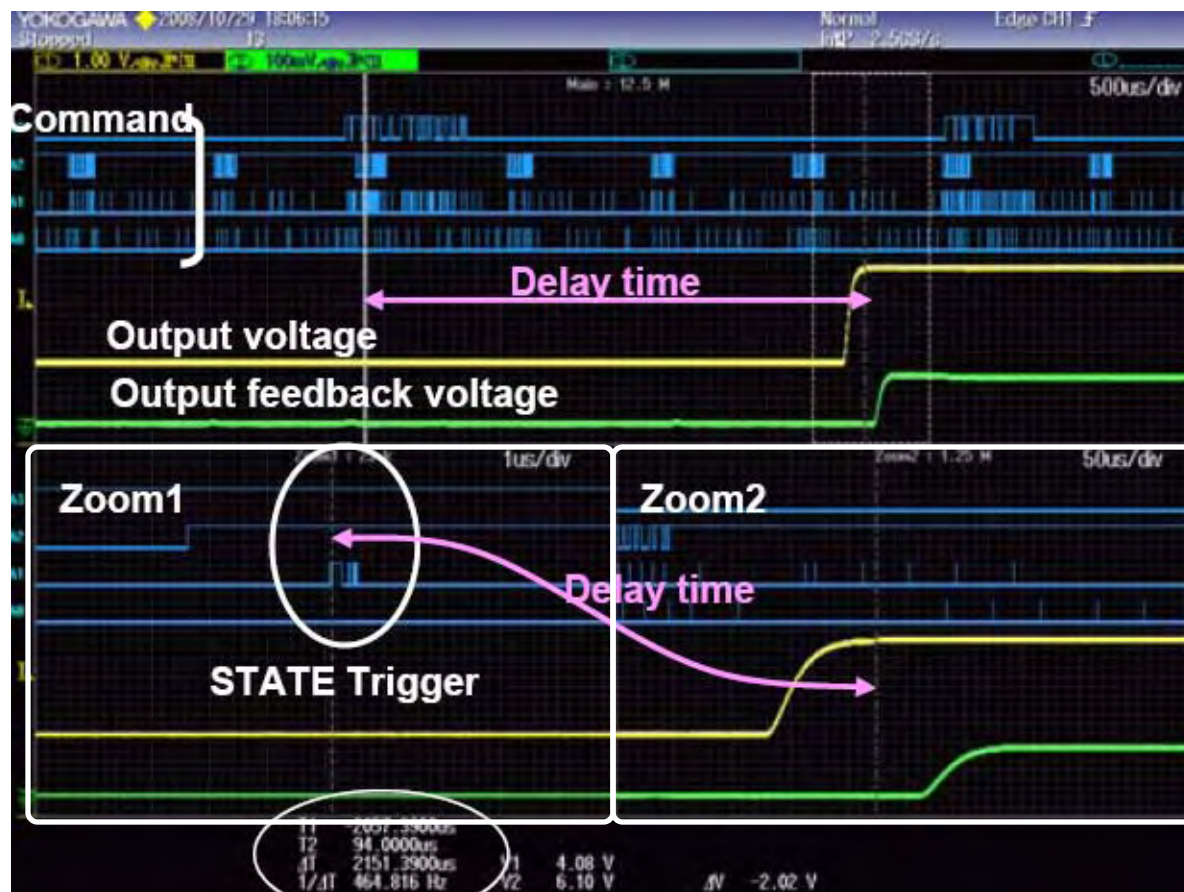
14

Push No Match.
Pattren No 14

应用实例：通过双区域放大测量通道间延迟

■ 双区域放大使得时间的测量变得简单！

通常情况下，时间的测量是通过放置开始光标与结束光标进行的，DLM2000具有双区域放大功能，可以对波形的两个不同区域分别进行放大并同时显示，因此开始光标与结束光标可以很容易在两个放大区域中进行精确的定位，在波形很密集并且时间间隔较大的情况下进行光标的测量尤其方便。

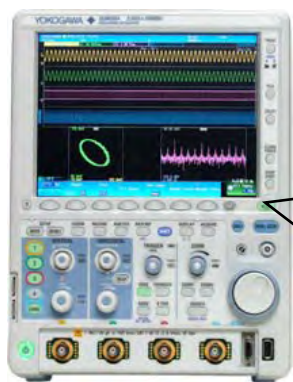


问题3. 异常波形的捕获

■ 需要捕获异常波形，但是...

- 发现异常并停止后波形已经过去了
- 异常波形无法通过设置触发进行捕获
- 通过无限余辉功能可以发现异常，但是...
 - 与正常波形重叠在一起，无法观察完整的波形
 - 无法知道异常发生的时间

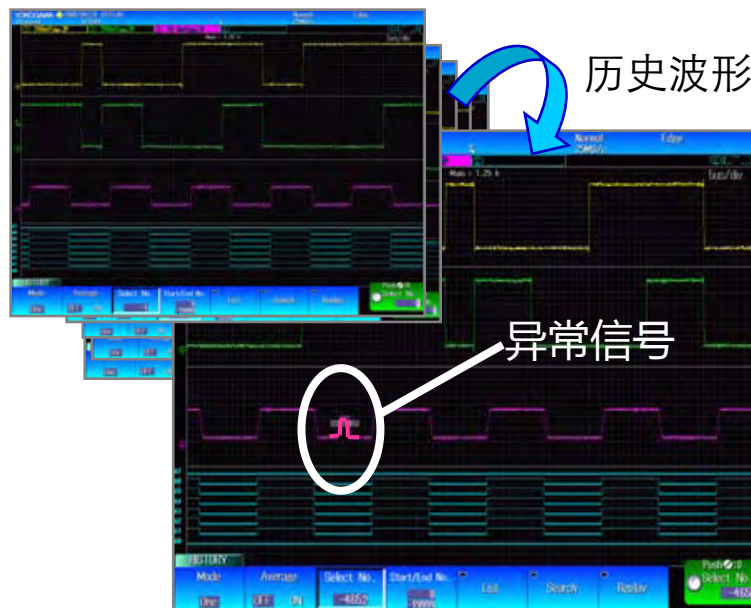
■ 历史存储功能可以再现过去捕获到的波形



历史存储按键



New



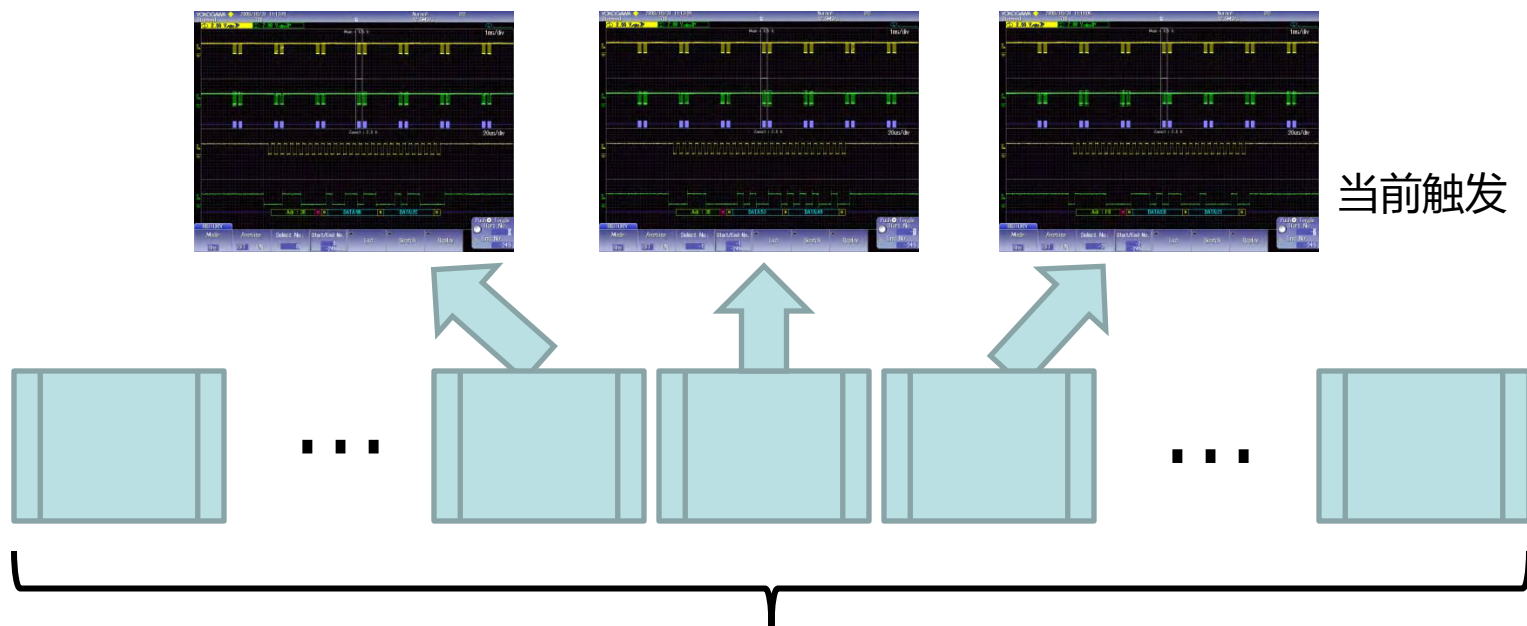
最高20,000屏历史波形

历史存储(1)

■ 什么是历史存储

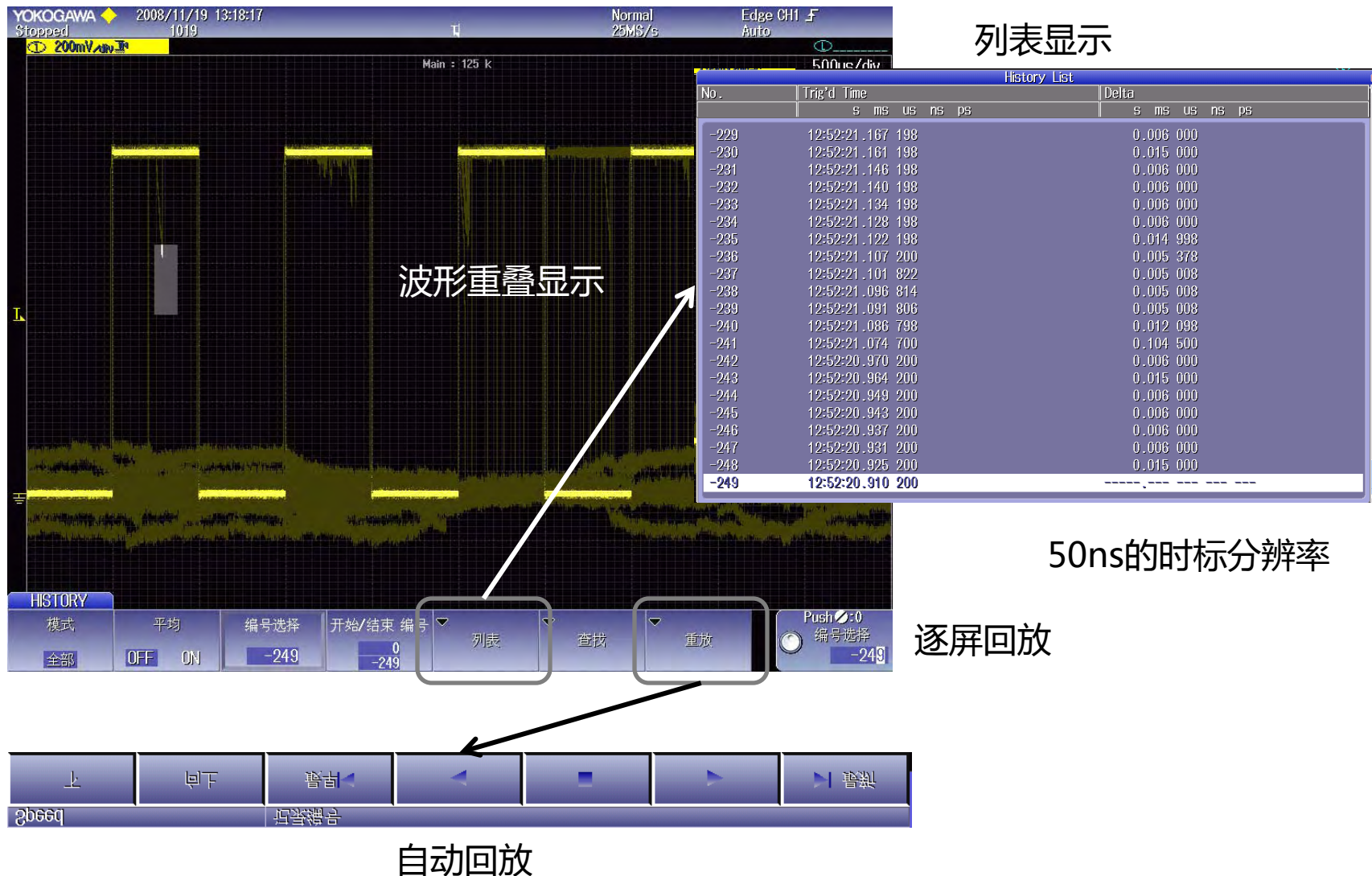
- 又称作分段存储技术，将内存分割成若干等份，每一份存储一屏历史波形

采集	记录长度	格式	触发模式	高分辨率	存储	采样
	1.25kPoints	12.5kPoints	125kPoints	1.25MPoints	12.5MPoints	62.5MPoints (SINGLE)
						125MPoints (SINGLE)



历史存储(2)

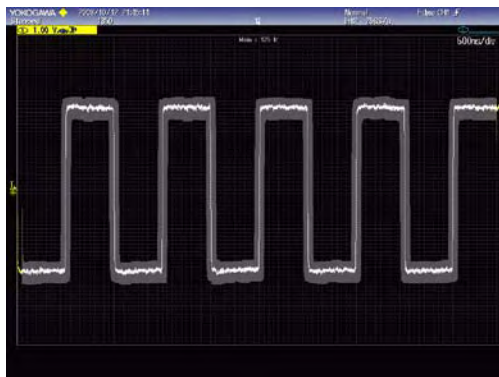
历史波形重叠显示与列表显示



■ 如何在最高20,000屏历史波形中迅速找到需要的波形

□ DLM2000提供了4种历史波形搜索方式

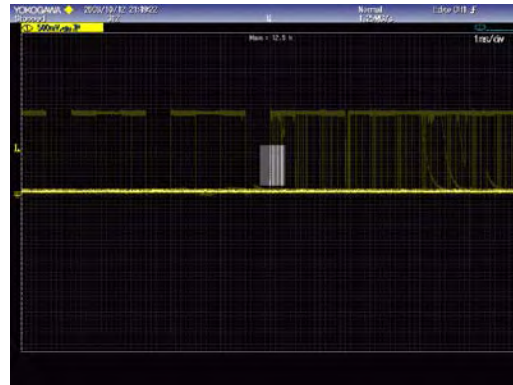
- Rect-Zone: 矩形区域
- Wave-Zone: 波形区域
- Polygon-Zone: 多边形区域
- Parameter: 设置1 个测量波形参数的上/ 下限值



通过上下左右移动产生一个区域，搜索在此区域内或外的波形

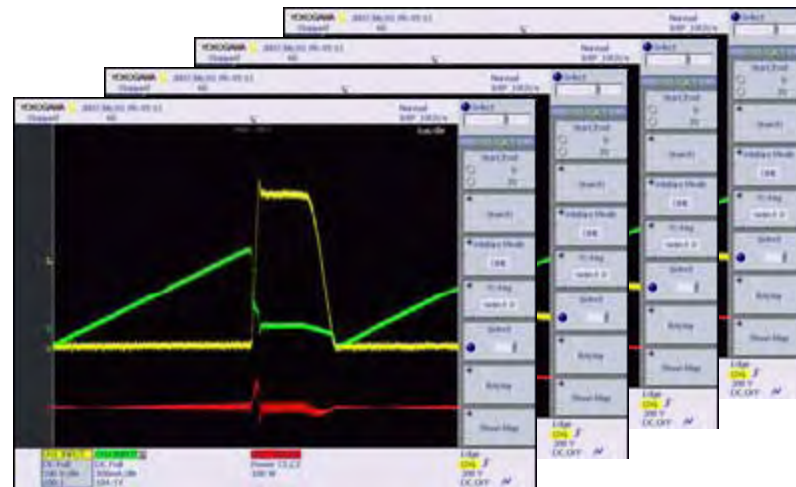
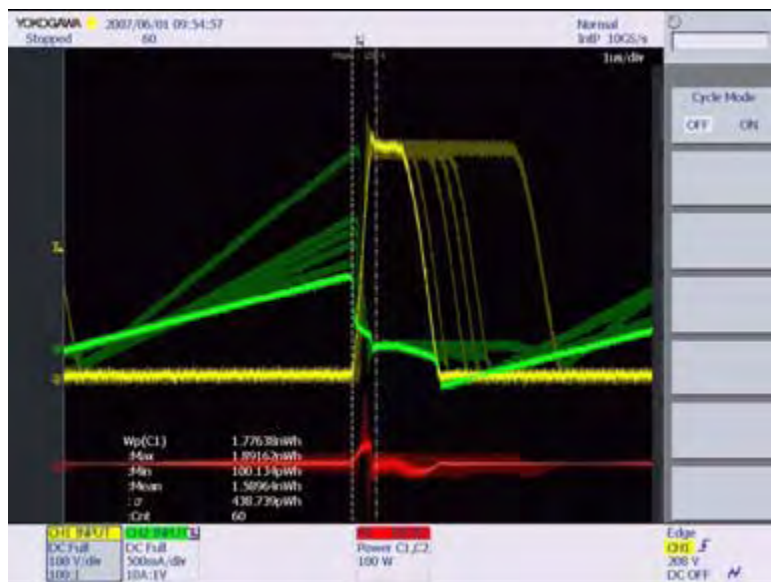


搜索测量值在某一范围内的波形



搜索通过/不通过屏幕上矩形区域的波形

应用实例：多个周期开关损耗的测量



■ 通过历史存储测量开关损耗随负载的变化

- 记录多个周期的开关信号 (V_{ds} , I_d)
- 每一屏的波形可以单独进行测量
- 对所有屏波形的测量值进行统计

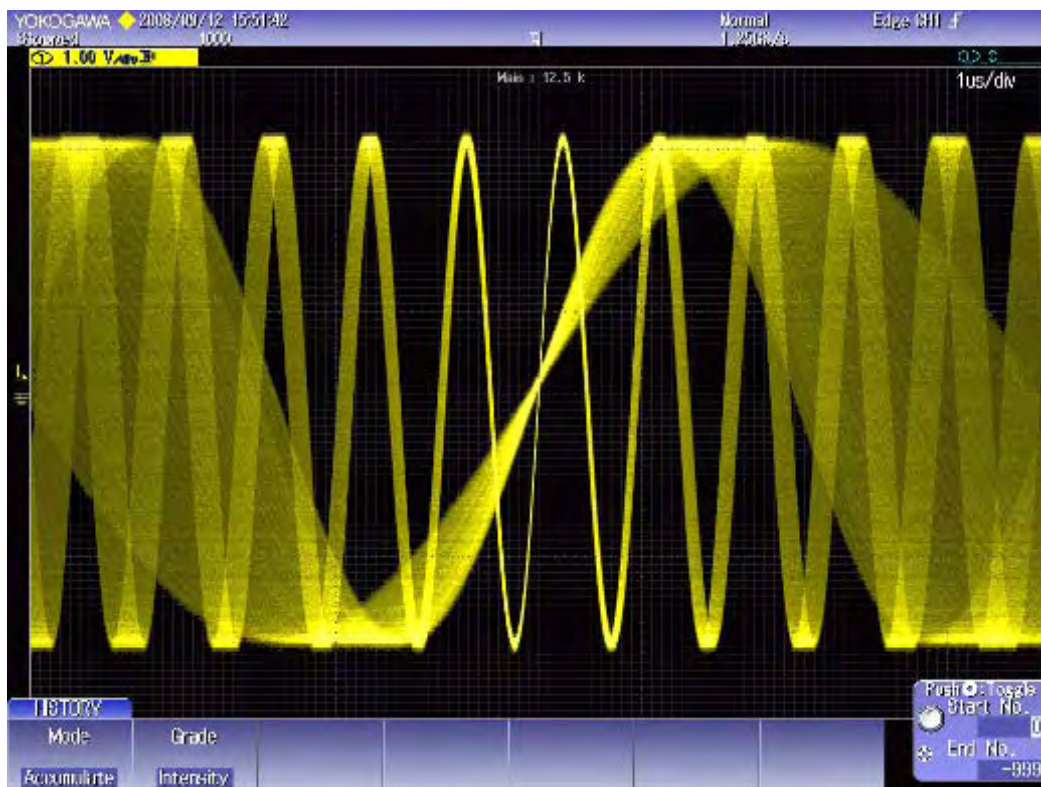
Wp(C1)	1.77638nWh
:Max	1.89162nWh
:Min	100.134pWh
:Mean	1.58964nWh
:σ	438.739pWh
:Cnt	60

高波形采集率捕获异常波形

■ 高波形更新率 ≠ 高波形采集率

- 全新ScopeCORE引擎，不漏过任何异常波形
 - 历史存储模式下最高达20,000波形/秒
 - Single(N)模式下最高达450,000波形/秒
 - 打开逻辑通道不会降低波形采集率
 - 以64级亮度等级累积显示

ScopeCORE

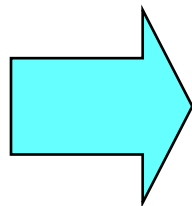
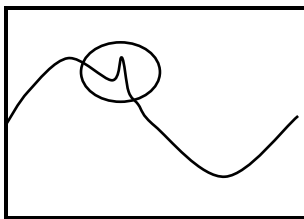


触发动作与 GO/NO-GO 功能

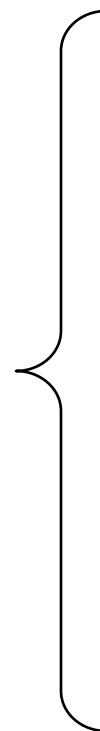
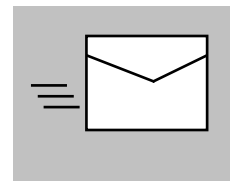
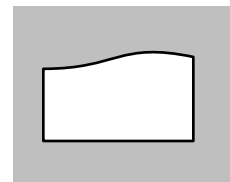
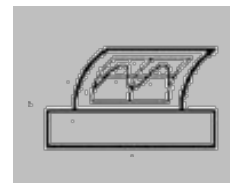
■ 触发动作与GO/NO-GO

- 触发条件，波形区域，测量参数等可以作为通过/不通过的判定条件
- 如不通过（NO-GO）执行指定的动作
- 对于需要长时间观测才有可能出现的异常信号非常有效！

检测到非正常波形



NO-GO
指定的动作



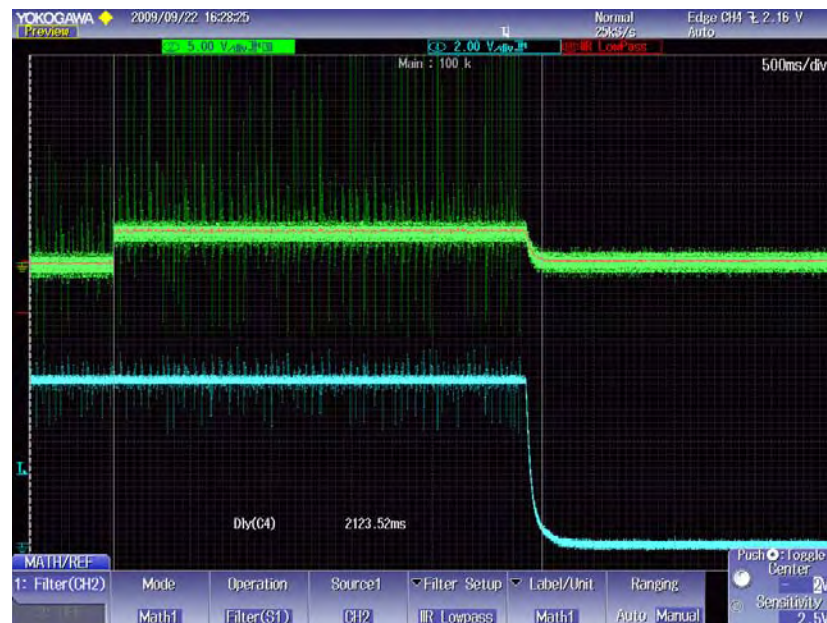
问题4. 电源测试中的干扰

■ 需要对波形进行精确的测量，但是...

- 电源中存在大量的干扰，难以对信号进行观察
- 自动测量时难以得到精确的测量结果
- 带宽限制功能只有20MHz一档，实际应用中没有意义

■ DLM2000强大的滤波功能可以有效去除干扰噪声

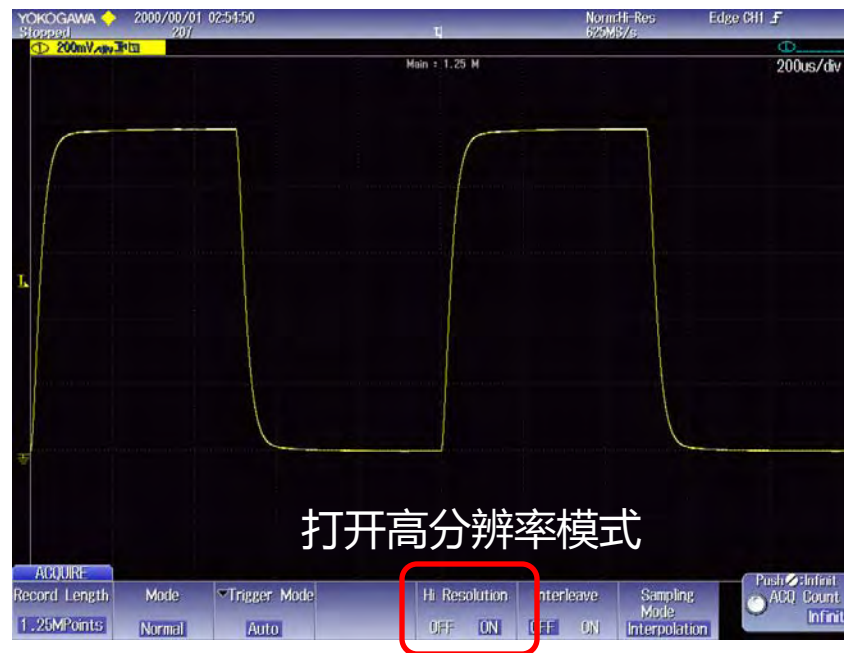
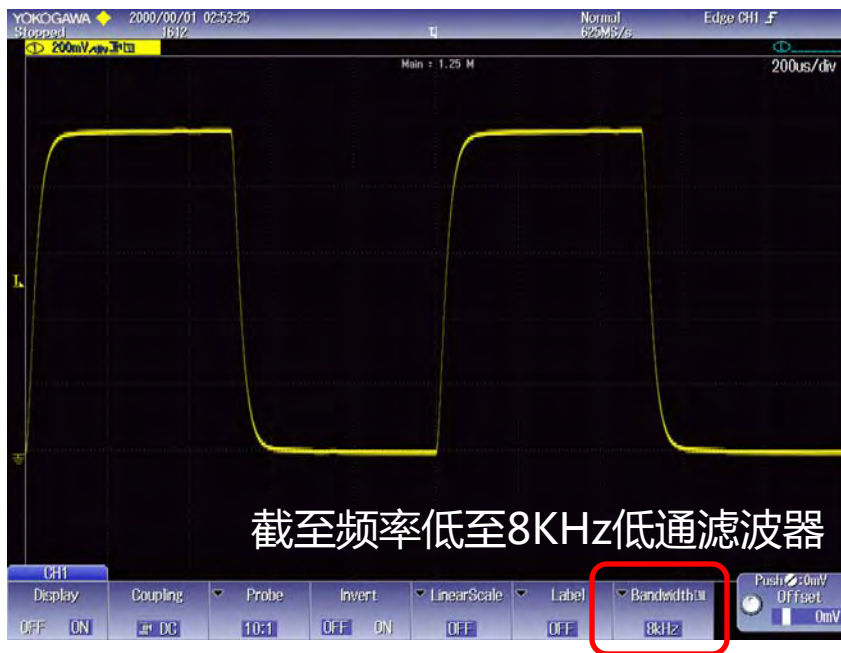
- 输入端滤波器（带宽限制）
- 高速实时运算滤波（低通与高通滤波器）



滤波功能 (1)

■ 输入端实时滤波器

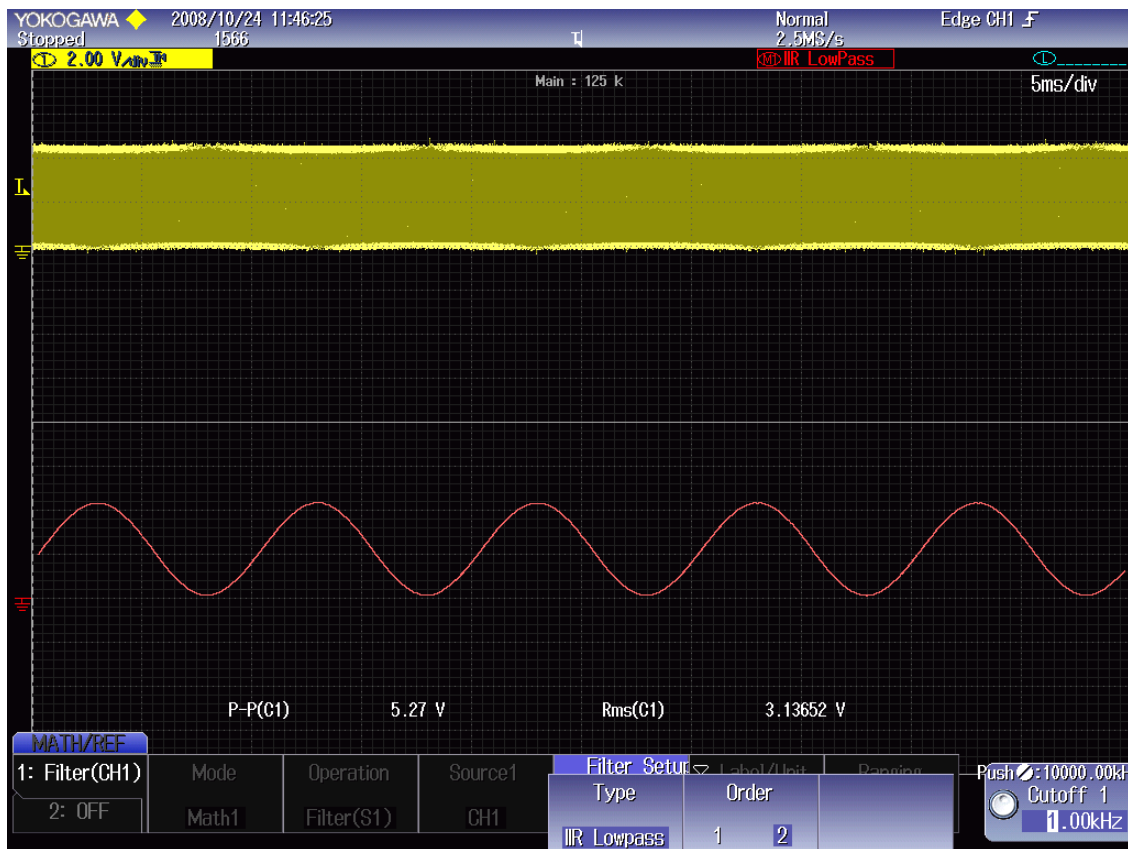
- 每通道有14种低通滤波器可以选择
- 截止频率：200 MHz, 100 MHz, 20 MHz, 10 MHz, 5 MHz, 2 MHz, 1 MHz, 500 kHz, 250 kHz, 125 kHz, 62.5 kHz, 32 kHz, 16 kHz, and 8 kHz
- 有效去除高频干扰与噪声
- 与高分辨率模式结合使用获得高精度测量结果



滤波功能（2）

■ 高速实时运算滤波器

- 高通与低通滤波器
- 截止频率：任意设置，低至0.01Hz

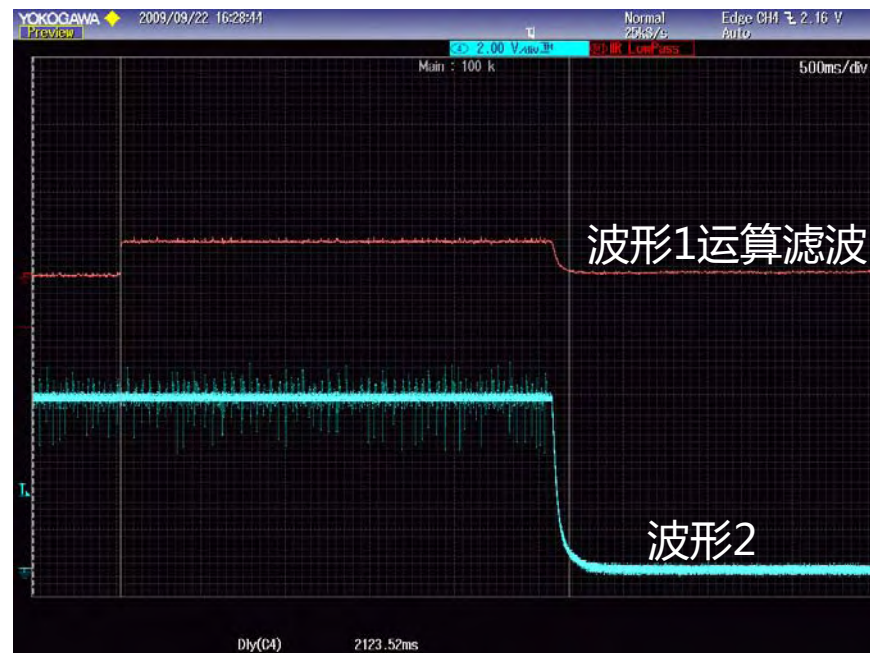
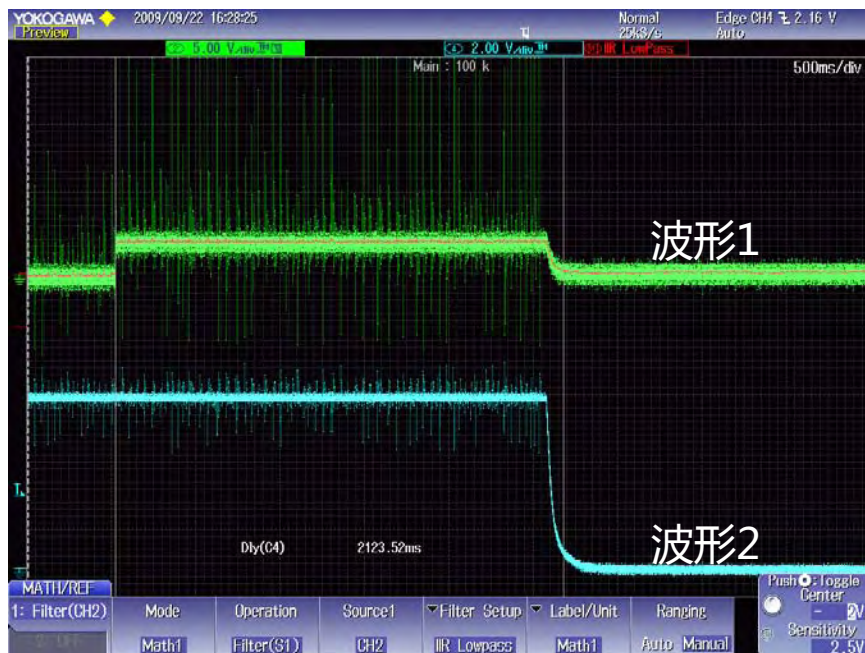


PWM波通过运算（低通滤波）直接显示基波波形并进行测量

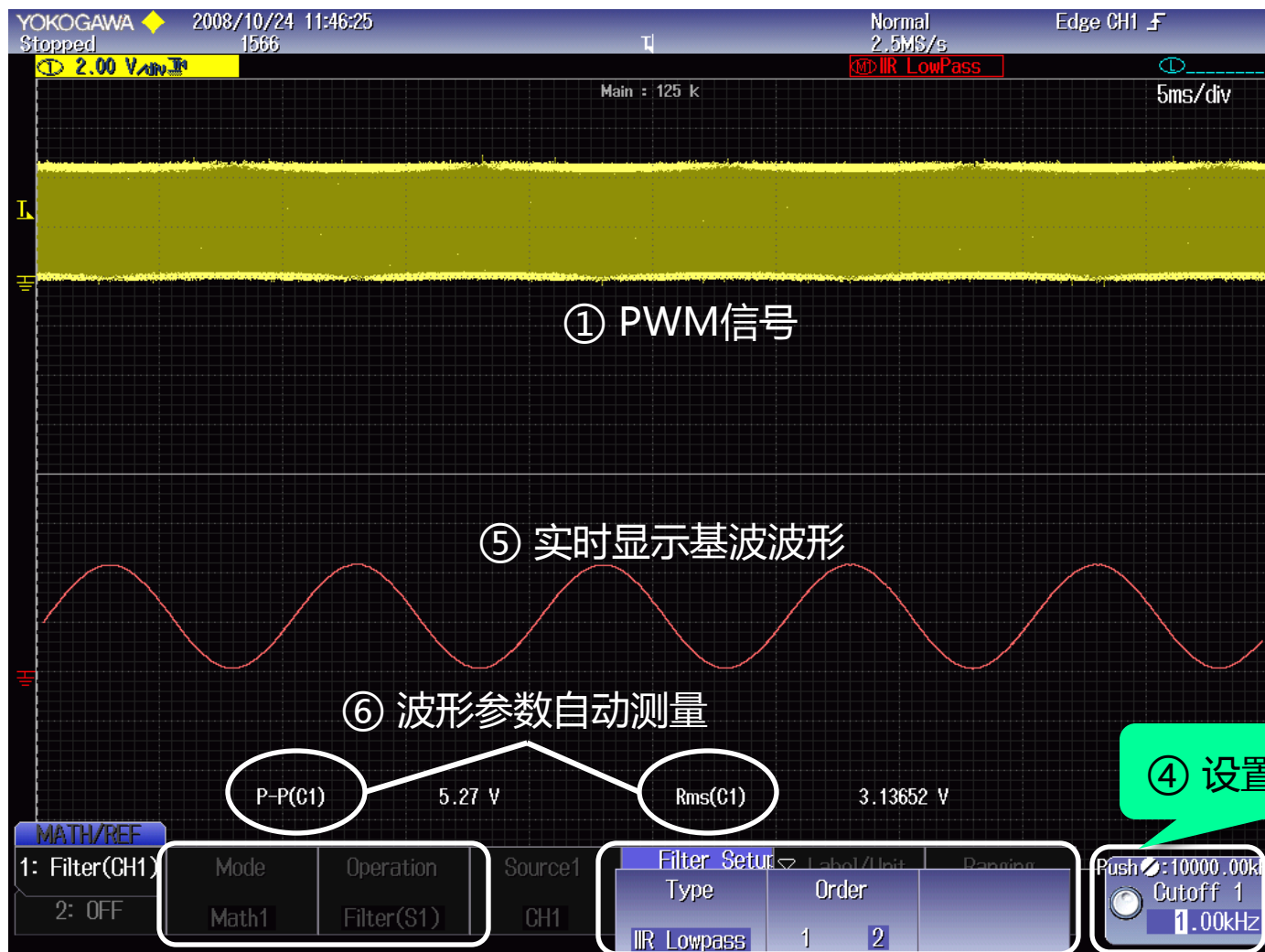
应用实例：通过运算滤波实现Delay的自动测量

■ 应用运算滤波器去除干扰噪声实现延迟时间的自动测量

这是在电源企业生产线遇到的实际问题，需要测试波形1的上升沿至波形2的下降沿（下降到0.4V）之间的时间延迟。由于波形1上叠加了非常大的干扰噪声，使用光标功能可以勉强实现测量。但生产线上需要实现自动测量功能以提高生产效率。DLM2000具有Delay自动测量功能，但由于干扰噪声，很难对波形1的上升沿进行自动判定，通过运算滤波对波形1进行低通滤波，有效去除了干扰噪声，使得波形1的上升沿的判定变得非常容易，得以实现延迟时间的自动测量。



应用实例：PWM信号基波测量



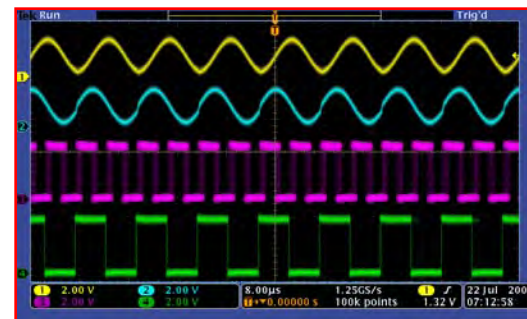
② 选择运算-滤波

③ 选择二阶IIR低通滤波器

问题5. 多路波形的显示与测量精度

■ 如何提高示波器的参数测量精度？

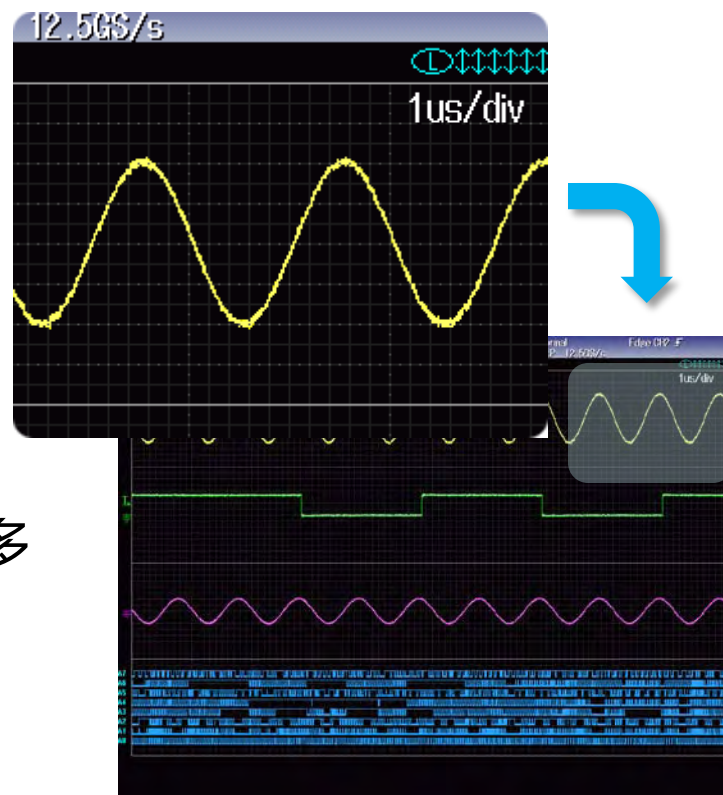
- 调整信号幅度至**上下4格显示**
- 可以充分利用**A/D分辨率**



波形幅度被缩小后显示，测量精度下降

■ 屏幕很大，但如果没有分踪显示...

- 为避免波形重叠，必须**调整幅度和位置**以显示所有波形
- **测量精度**受到影响
- 逻辑信号**重叠**在一起显示
- 假如还要显示解码，分析，放大波形...



■ 使用DLM2000的话

- 屏幕最多可以分为**6踪**，分别显示多路波形，包括**运算波形**！
- **测量精度**得到保证！
- 逻辑波形**分开**显示，互不影响！

高清晰大屏幕显示

■ 一次观测多项信息...

- 需要查看**波形细节**
- 想要**准确观测**模拟和逻辑信号
- 想**同时查看**解码信息和分析结果

■ 使用DLM2000的话

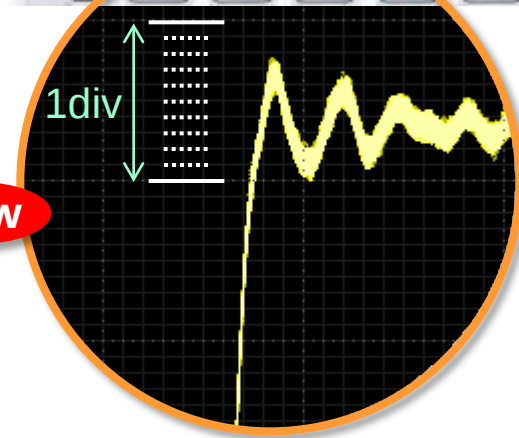
- 不占据空间的情况下，配备**8.4" 大屏幕**
- **XGA**分辨率，**精细栅格**



New

精细栅格

由于有精细栅格，即使没有光标，也可读取详细的值。
(XGA : 1024×768)



问题6. 波形参数的测量与统计

■ 需要对波形各种参数的测量，但是...

- 可以同时测量并显示的自动测量参数太少
 - 通常4-8个自动测量参数
 - 如果观测4路信号，每路只能测量一至两个参数
- 自动测量的速度随着存储深度的增加而大大降低
- 没有统计功能，或者虽然有统计功能，但速度非常慢，没有实际的意义
- 光标测量不能和参数自动测量同时使用

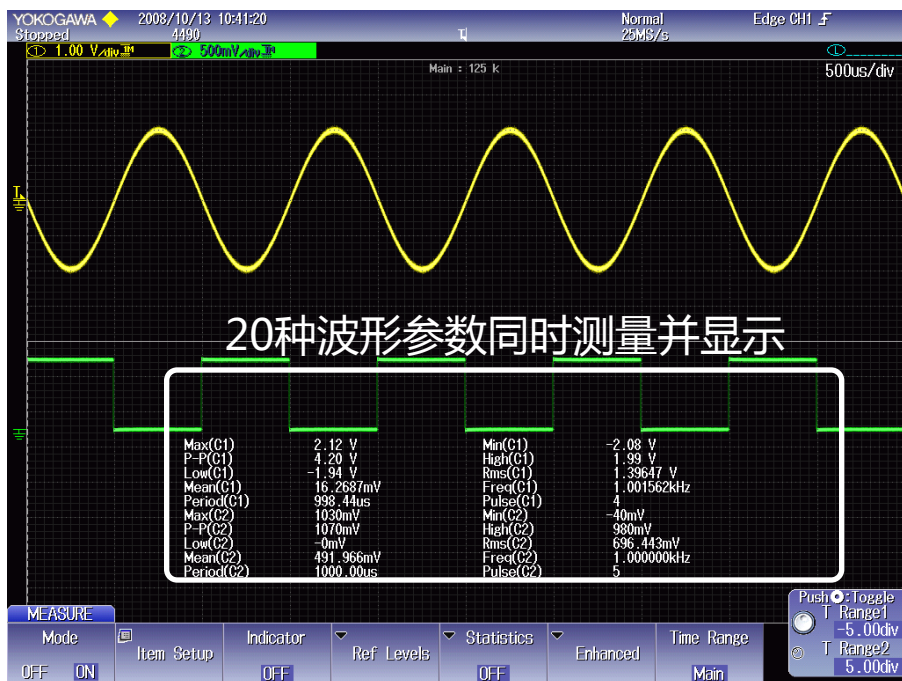
■ DLM2000具有强大的波形参数测量与统计功能

- 同时测量并显示20个参数
 - 同时观测4路信号时，每通道可测量5个参数
 - 可以对运算通道进行自动测量
 - 可以对多个测量参数进行运算并实时显示
- 同时对9组测量参数进行统计，并有趋势图与直方图显示
- 5种光标显示，具有Marker光标
- 光标测量与参数自动测量同时进行

测量与统计功能(1)

■ 波形参数自动测量与统计

- 28种自动测量项目
- 同时快速测量并显示20种波形参数
- 光标测量值和波形参数测量值可以同时显示
- 9组测量参数同时统计(最大值, 最小值, 平均值, 标准偏差)
- 连续统计, 周期统计与历史统计

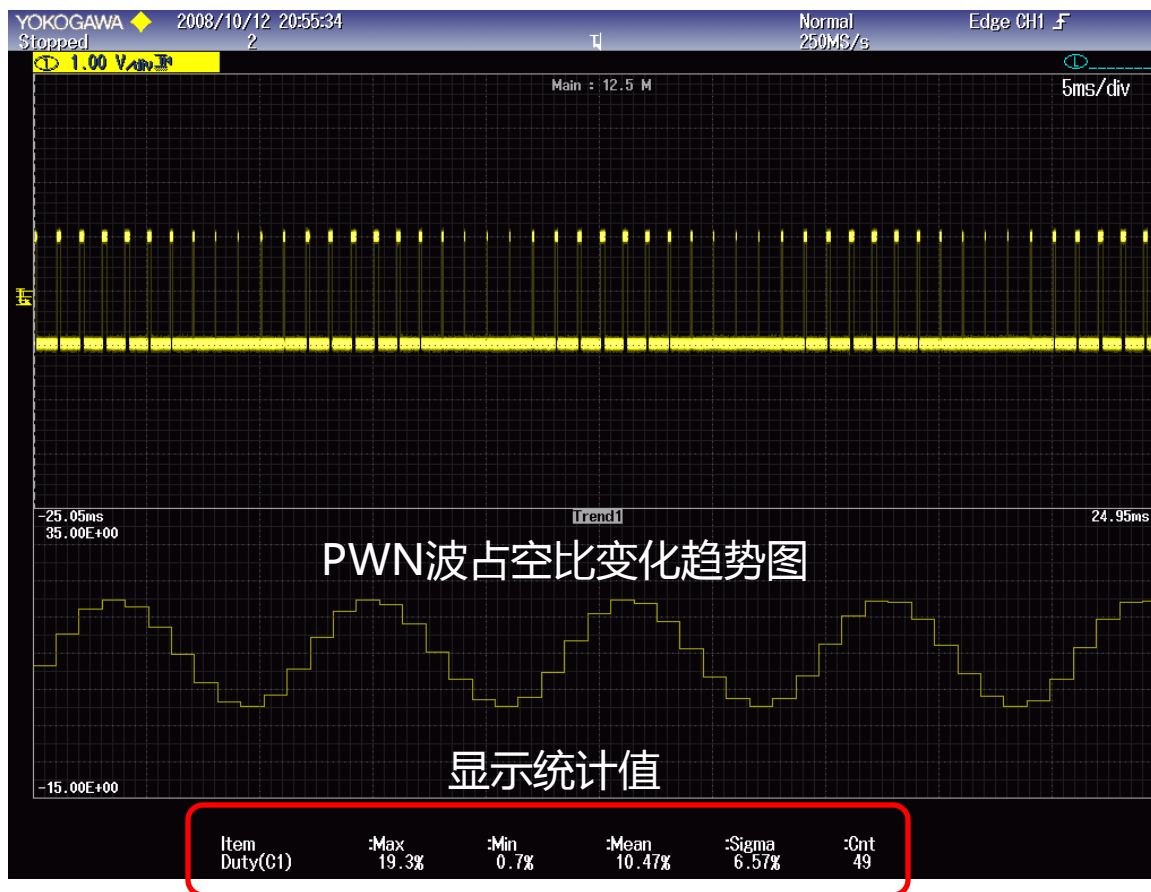


28种波形参数自动测量项目

测量与统计功能(2)

■ 趋势图与直方图显示

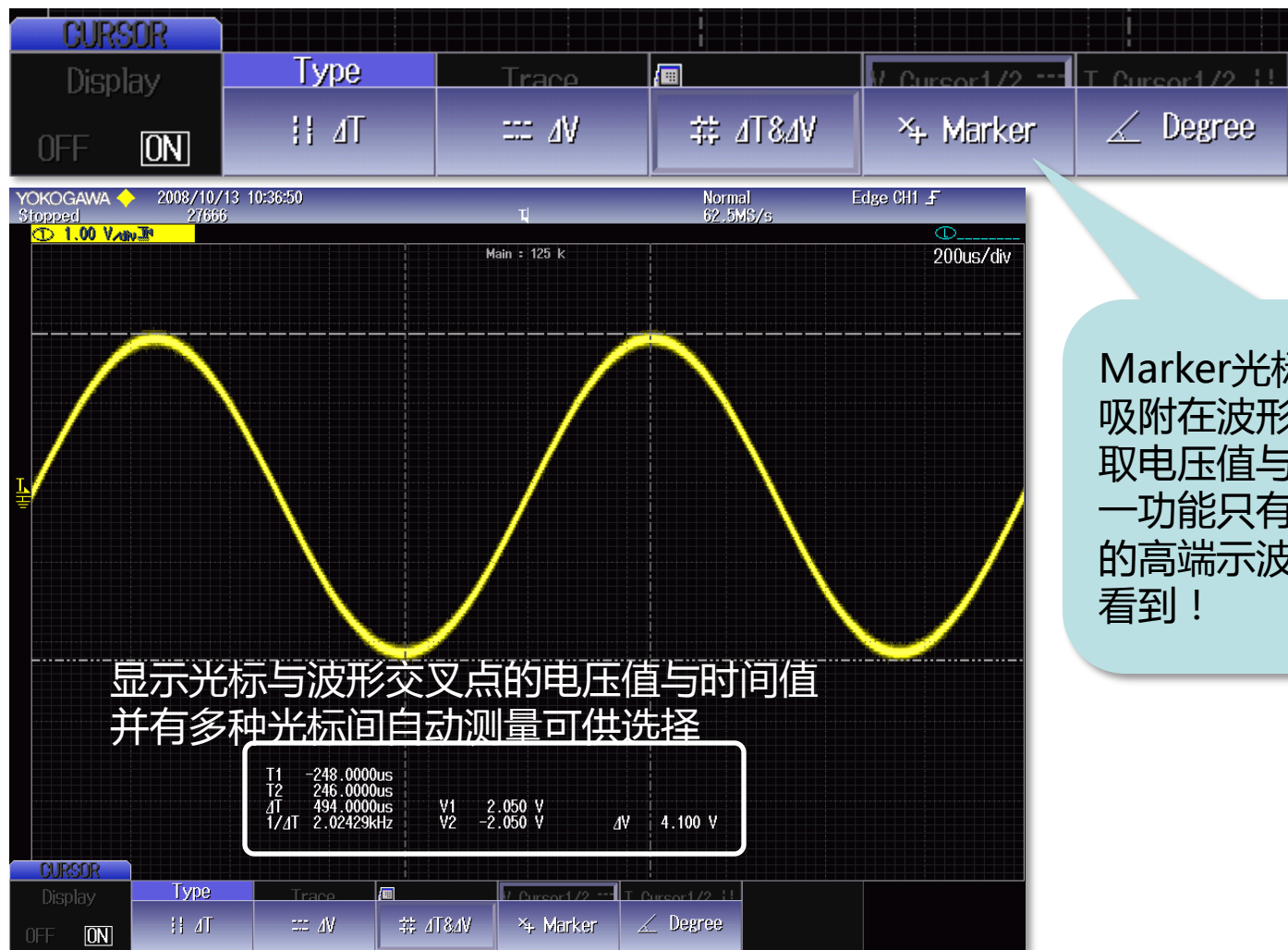
- 最多可以显示两个指定测量项目的趋势图或直方图
- 显示最大值，最小值，平均值、标准偏差等统计值



测量与统计功能(3)

■ 光标测量

□ 五种测量光标



Marker光标可以自动吸附在波形上并自动读取电压值与时间值，这一功能只有在其他公司的高端示波器上才可以看到！

问题7. 波形的运算与分析

■ 需要对波形进行各种运算与分析，但是...

- 可以进行运算的项目很少
- 运算速度非常慢，实际中无法应用
- 无法对运算后的波形进行测量与分析
- 分析功能较弱
 - FFT只能对1K点进行分析，频率分辨率差
 - 没有XY显示功能

■ DLM2000具有强大的波形运算与分析功能

- 2个运算波形
- +, -, x, 滤波, 积分, 计数 (边沿/角度)
 - 高通与低通滤波
- 用户自定义运算 (G2选件)
- XY显示与FFT分析

高速实时运算功能

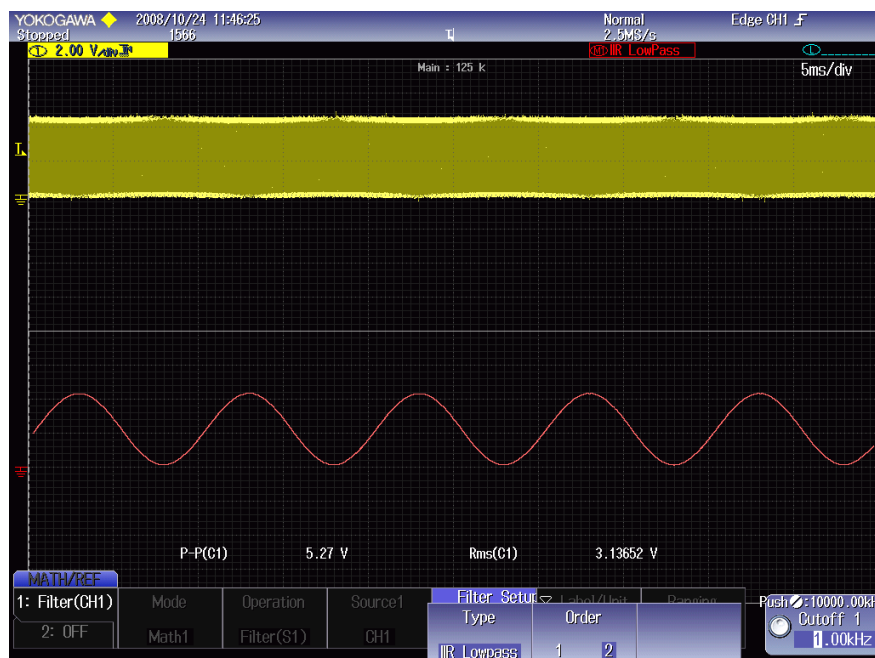
■ 运算

- 2个运算波形 (Math1与Math2)
- + , - , x , 滤波 , 积分 , 计数 (边沿/角度)

■ 运算滤波

- 低通或高通滤波器
- 截至频率 : 0.01Hz-500MHz

- 用户自定义运算 (G2选项)



PWM波通过运算 (低通滤波)
直接显示基波波形并进行测量

触发功能

■ 丰富的触发设置

- 边沿触发和增强触发
- 模拟示波器中简单的B触发也被引入
- 模拟与逻辑输入均可以作为触发源
- 专用触发电平调节旋钮



增强触发



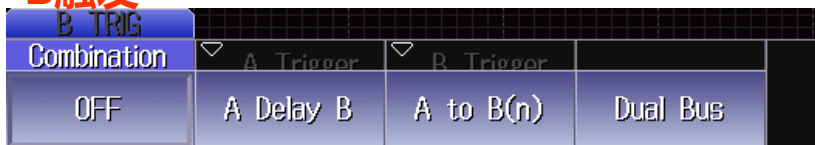
串行总线触发



TV触发



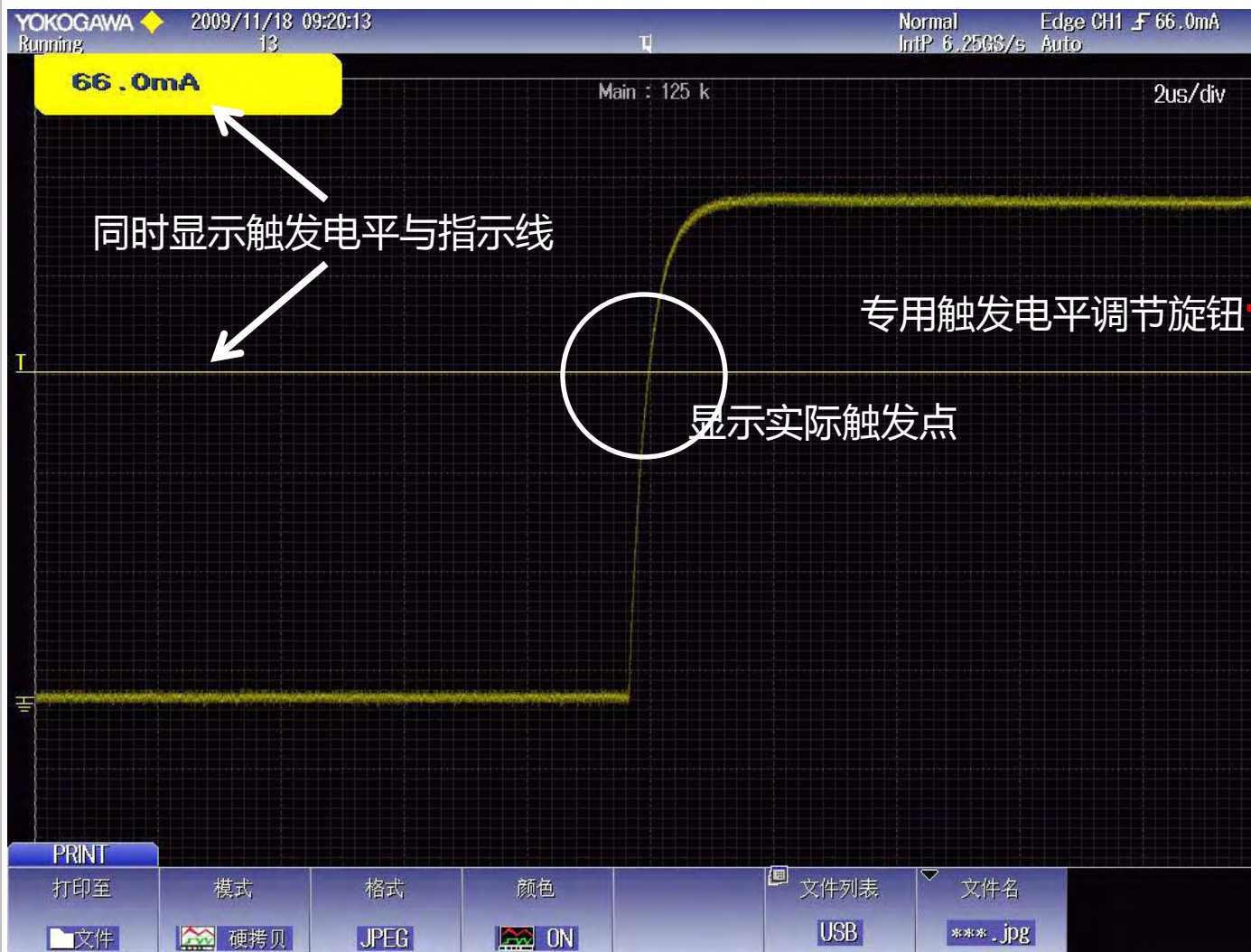
B触发



双总线触发



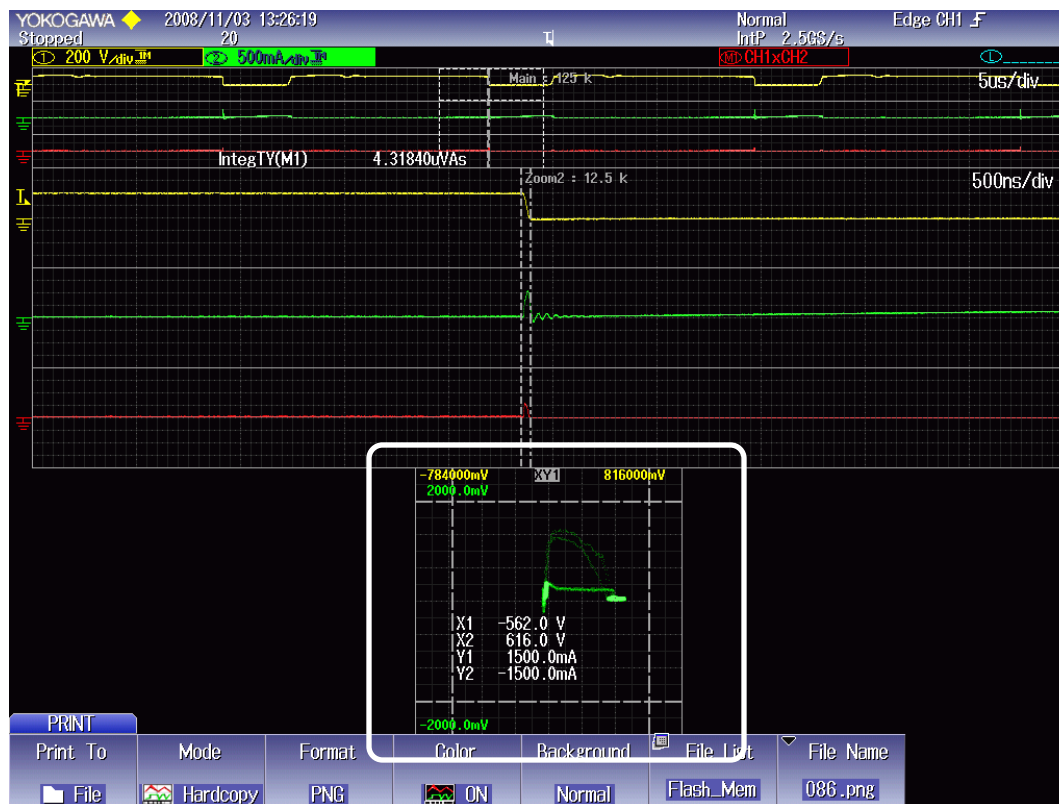
触发功能



分析功能(1)

■ XY显示

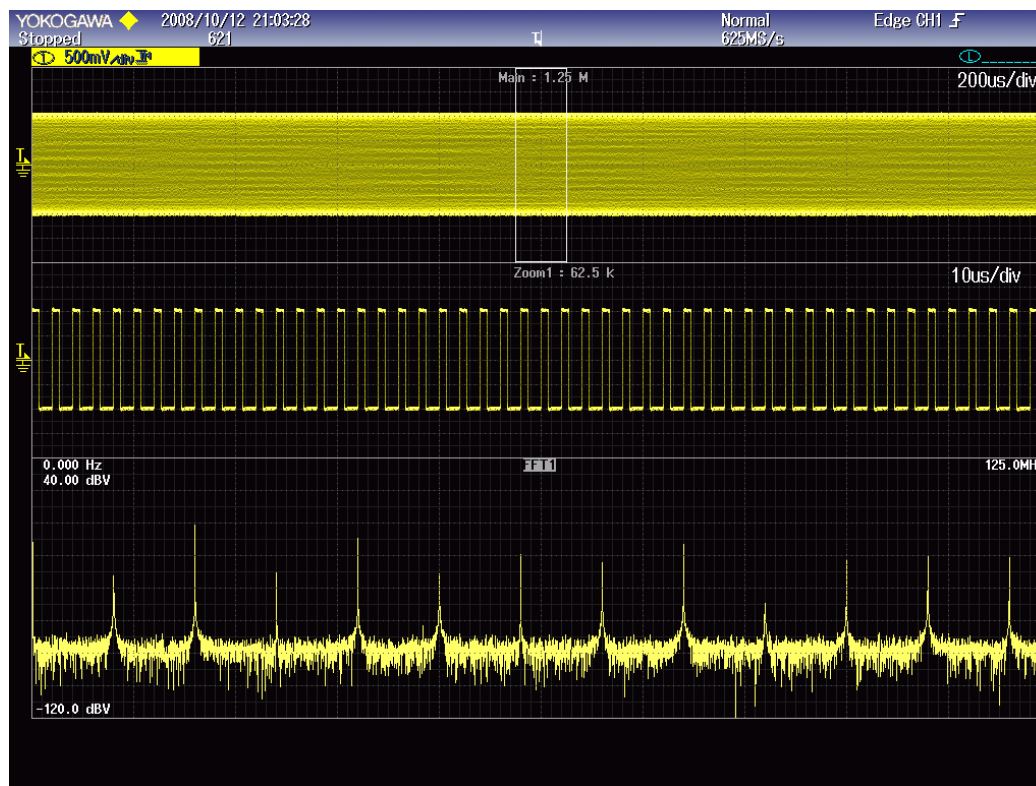
- 最多可以设置两个XY 波形: XY1 和XY2
- 可以对显示的XY 波形执行光标测量
- 可以自动测量XY波形区域的面积



分析功能(2)

■ FFT分析

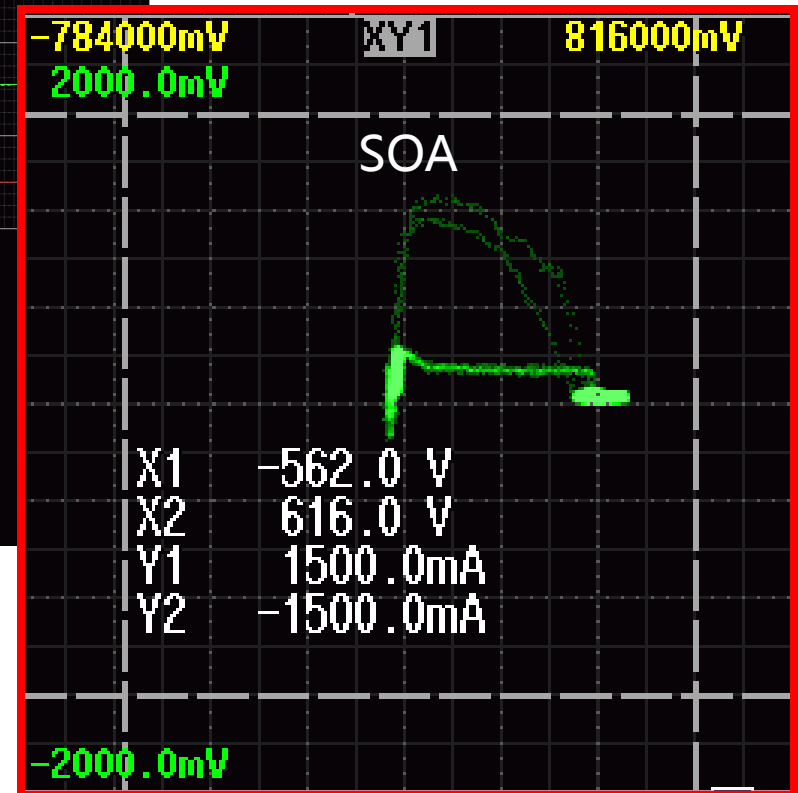
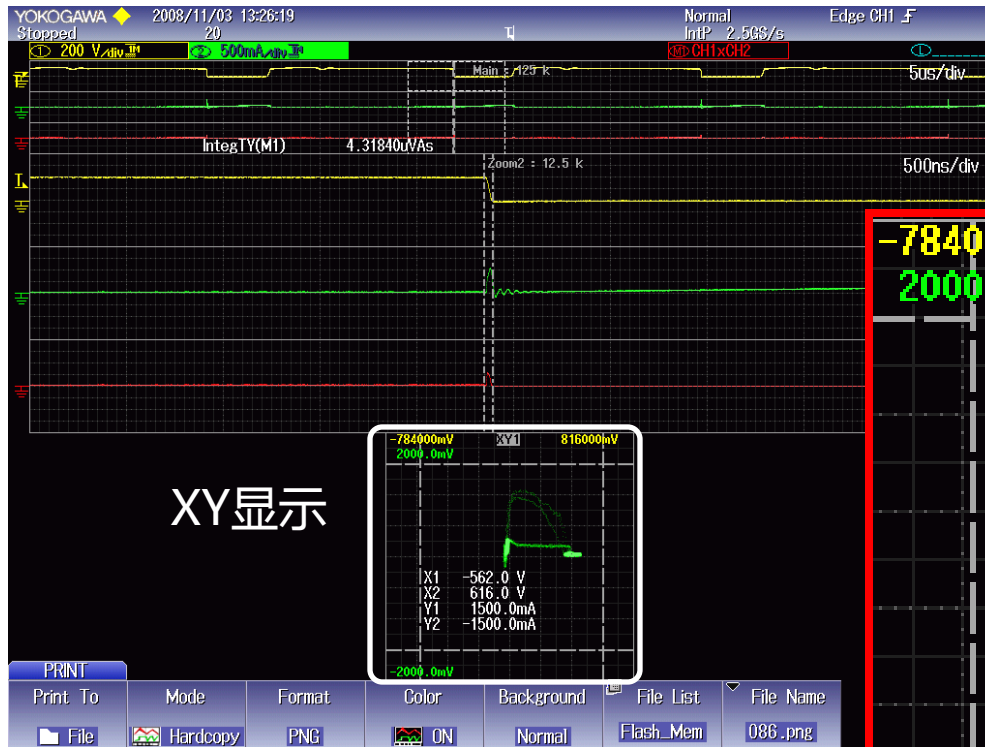
- 可以分析2 个输入波形的功率谱(FFT1、FFT2)
- 分析点数最高可达250K
- 带有用户自定义运算时，DLM2000 还可以分析线性谱、rms 功率谱、功率谱、交叉谱、传递函数和相干函数等



应用实例：通过运算实现开关损耗测量



应用实例：SOA测量



问题8. 串行总线分析

■ 电源中越来越多使用串行总线，但是...

- 使用普通示波器需要设置
 - 指定总线类型
 - 指定触发源
 - 设定总线传输速率
 - 调节触发电平捕捉波形
 - 调节时间轴
 - 其他.....

■ 使用DLM2000的话

- 只需设定总线类型和源
- Auto Setup一键设置
- 分析串行总线变得轻松快捷



硬件加速实时解码分析

■ 高速解码提高总线帧的捕捉率

- 硬件解码器
- 解码速度高于15次/秒
- 增大记录长度仍能保持较高的解码速度

硬件解码：15次/秒



软件解码：10秒/次



■ 使用软件进行串行总线解码

- 解码速度慢
- 最高内存下10秒/次！
- 重要的帧无法捕捉

双路总线同时分析

■ 同时分析两路串行总线

- 任意两种总线组合
 - CAN/LIN, I²C/SPI, CAN/CAN...
- 双总线组合触发
- 双窗口同时解码分析



CAN/LIN
同时触发与解码分析



CAN总线分析



LIN总线分析

解码结果显示与列表显示

■ 解码结果与列表同时显示，便于分析结果的观测与查找

□ 列表显示：将所有帧的分析结果以列表的方式显示出来

□ 总线解码：解码总线上每一个帧信息，如地址、数据、标识符等

□ 解码结果与列表实时更新

□ 列表选定项与解码放大窗口显示对应



通过逻辑通道对I2C,SPI,UART进行分析

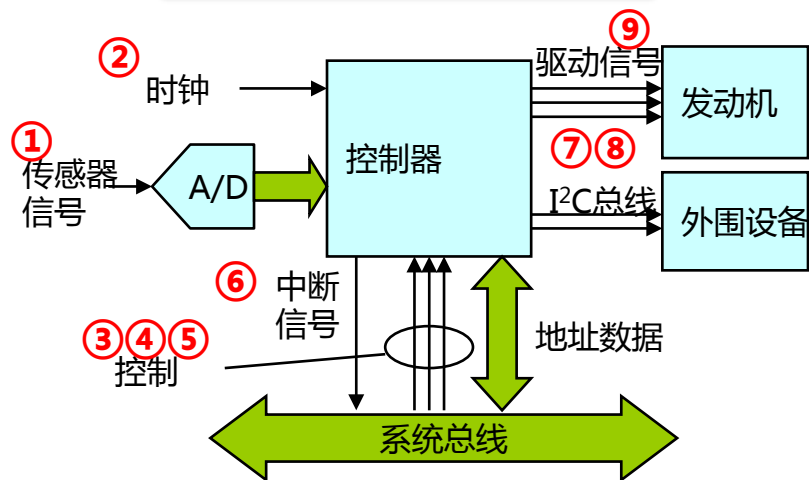
■ 四路模拟输入足够吗？

- 分析总线信号的同时往往需要观测模拟信号，控制信号等

■ 灵活MSO输入技术

- 逻辑通道可以分析I2C，SPI，UART
- 双路总线同时分析
- 进行总线分析的同时有足够的输入通道观测模拟信号与控制信号

以伺服电动机驱动电路为例



应用实例：CAN总线触发

■ CAN总线触发模式

- SOF: 在起始帧处触发
- Error: 发生错误时触发
- ID/Data: 在ID 比特码型和数据码型的AND 条件下触发
- ID OR: 在多个ID 比特码型的OR 条件下触发
- 符号触发：将CANdb 文件(.dbc) 转换成物理值/ 符号定义文件(.sbl)，将文件加载至DLM2000后可以作为触发条件使用

Type	Source	Mode		
CAN	SOF	Error	ID/Data	ID OR

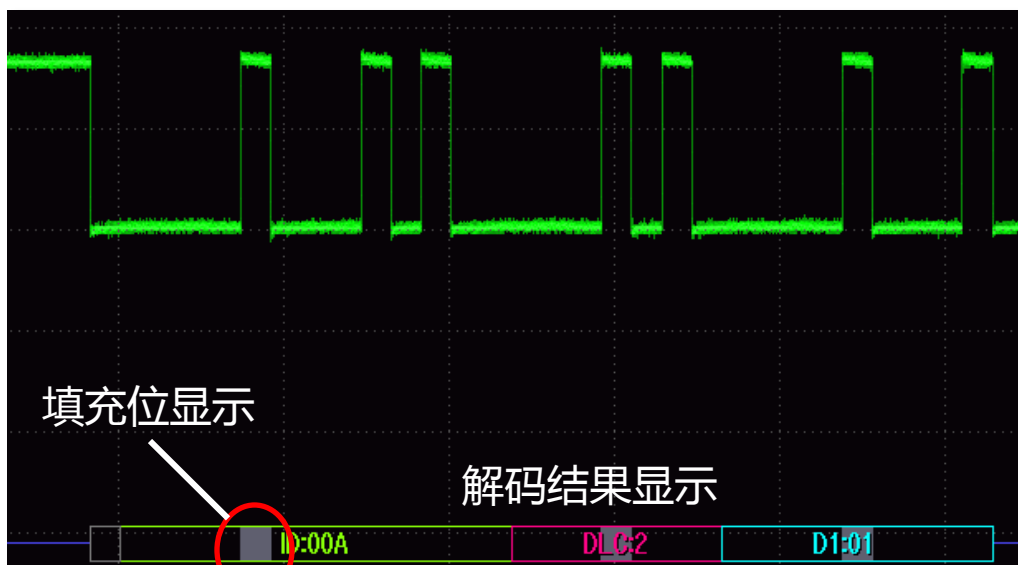
传输率设置范围是10.0kbps ~ 1.000Mbps
(步进值：0.1kbps)

触发源：CH1-CH4



应用实例：CAN总线解码

■ 解码结果显示



■ 列表显示

分析编号，帧，时间，ID，DLC，数据，CRC，Ack，信息

S.Bus1								
No.	Time(ms)	Frame	ID	DLC	Data	CRC	Ack	Information
0	-0.00600	Data	100	3	FF 01 A4	606E	Y	
1	0.64000	Data	00A	2	01 02	4A24	Y	
2	1.26800	Data	012	1	FE	2263	Y	
3	1.87800	Data	100	3	FF 01 A4	606E	Y	
4	2.52398	Data	00A	2	01	0000		
5	2.59598	Error						
6	3.15198	Data	00A	2	01 02	4A24	Y	
7	3.77998	Data	012	1	FE	2263	Y	
8	4.38997	Data	100	3	FF 01 A4	606E	Y	
9	5.03597	Data	00A	2	01 02	4A24	Y	
10	5.66397	Data	012	1	FE	2263	Y	

应用实例：CAN总线搜索

■ 搜索类型

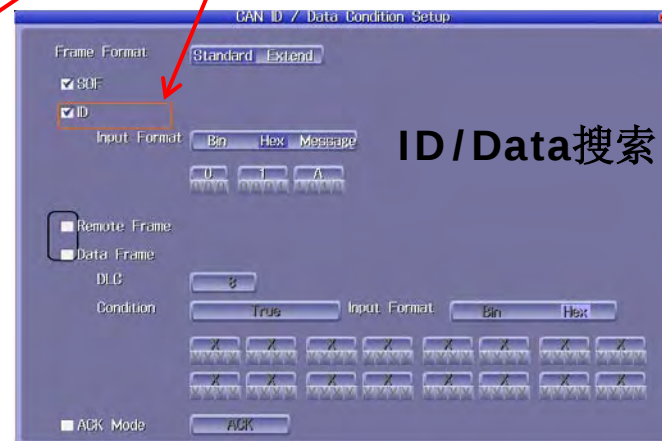
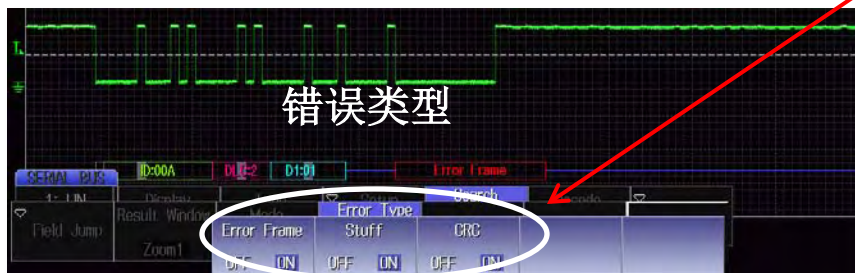
□ SOF

□ Error

■ 错误帧，填充位，
校验错误

□ ID/Data

■ 最多可分析搜索100,000帧



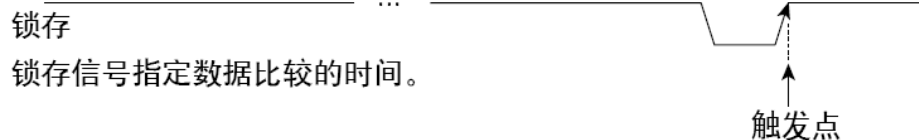
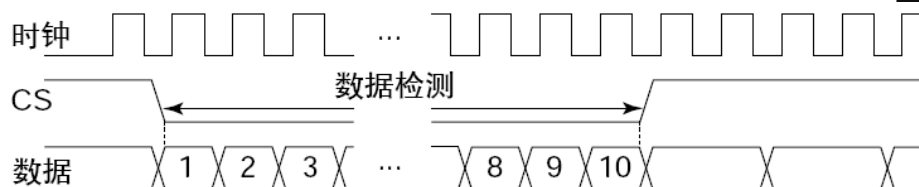
用户自定义串行总线分析

■ 非标准的串行总线信号能分析吗？

□ 用户自定义串行总线分析

■ 触发，解码与搜索

- 可选触发源：CH1 ~ CH4
- 可设置时钟和片选信号
- 数据位长度：128bits
- 传输率设置范围是1kbps ~ 50Mbps(步进值1-kbps)
- 可设置分析起始点



问题9. 操作的简易性

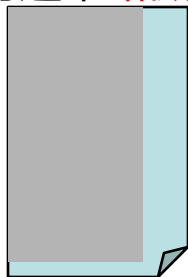
■ 已经习惯其他公司示波器的操作，如果使用DLM2000...

- 需要花很多时间重新学习吗？
- 功能这么强大，是不是操作很难？
- 为什么要设计成立式的，这样用起来方便吗？
-

小型立式设计

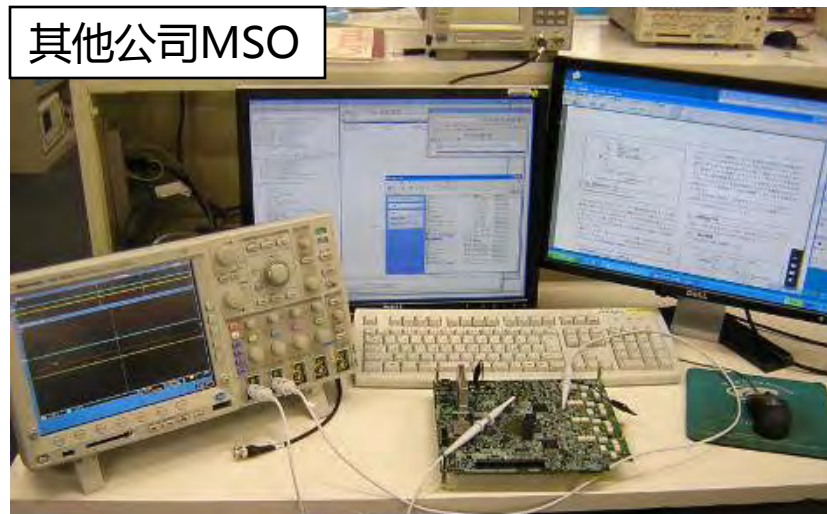
■ 如果实验台很狭小...

- 现在的工程师通常有2台PC显示器及仪器，实验台**空间狭小**
- 其它的公司的MSO块头好大！
 - 使用时通常**略微倾斜**，所以**纵深**也很深



占据面积约A3纸的3/4
(纵深约23cm)

其他公司MSO



■ 使用DLM2000的话

- 因为是立式设计，即使**屏幕很大****也不会占据横向空间**
- 液晶屏幕与人眼高度相同，更方便

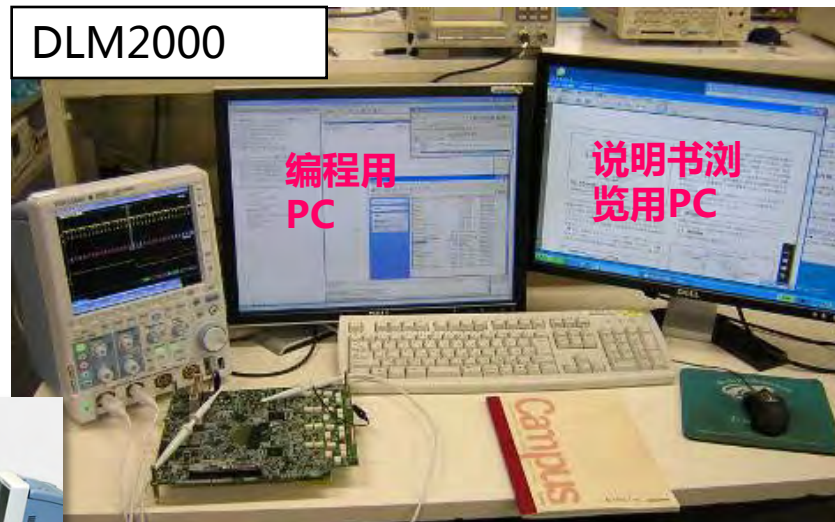
Unique



占据面积约A4纸的2/3
(纵深约20cm)



DLM2000



人性化操作(1)

■ 独立的专用旋钮

操作简单，容易上手，用户触摸一下，立刻就会！！

表示所选通道的
LED指示灯

CH1 CH2 Ch3 Ch4
逻辑



垂直刻度旋钮

水平刻度旋钮

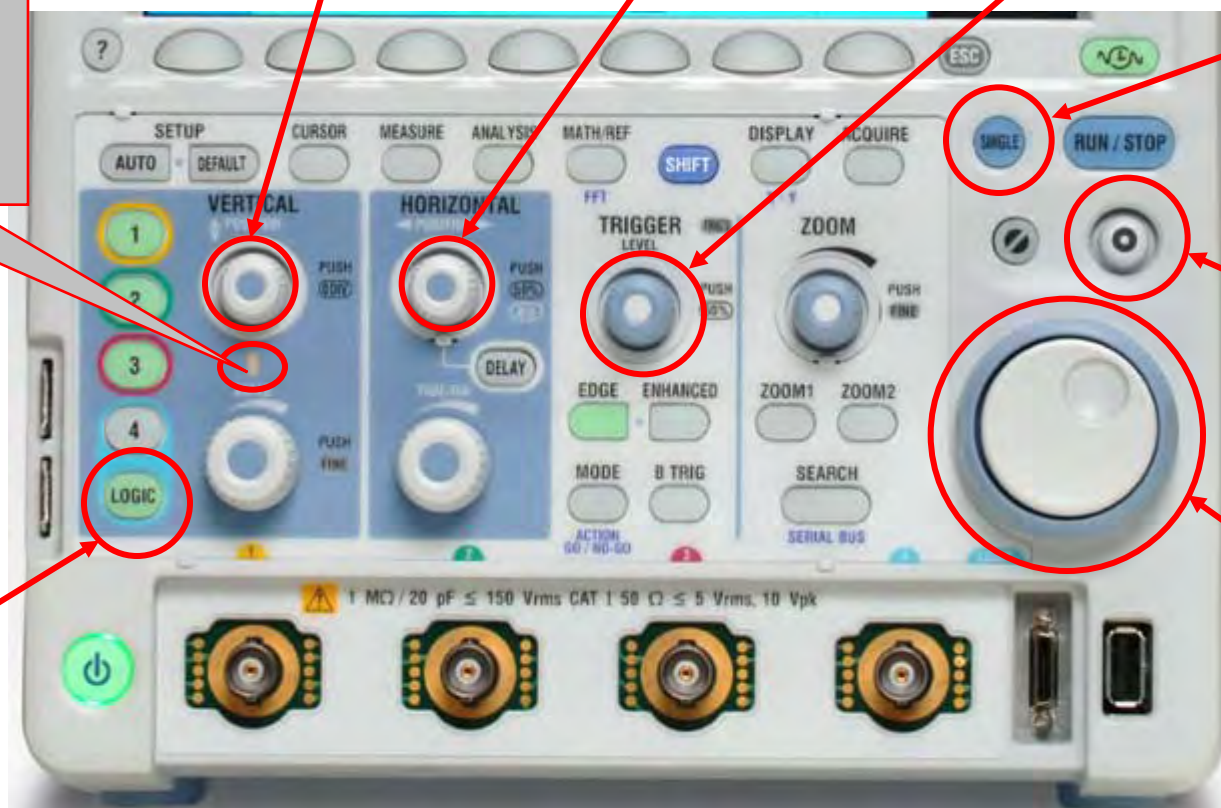
触发电平旋钮

Single键

4方向选择键

穿梭旋钮

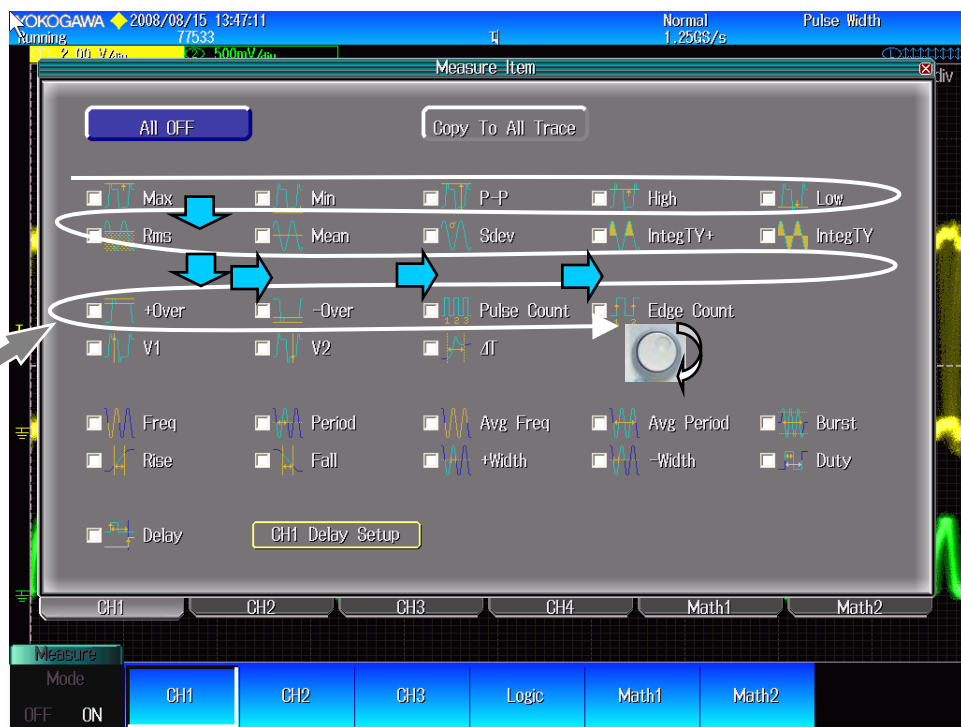
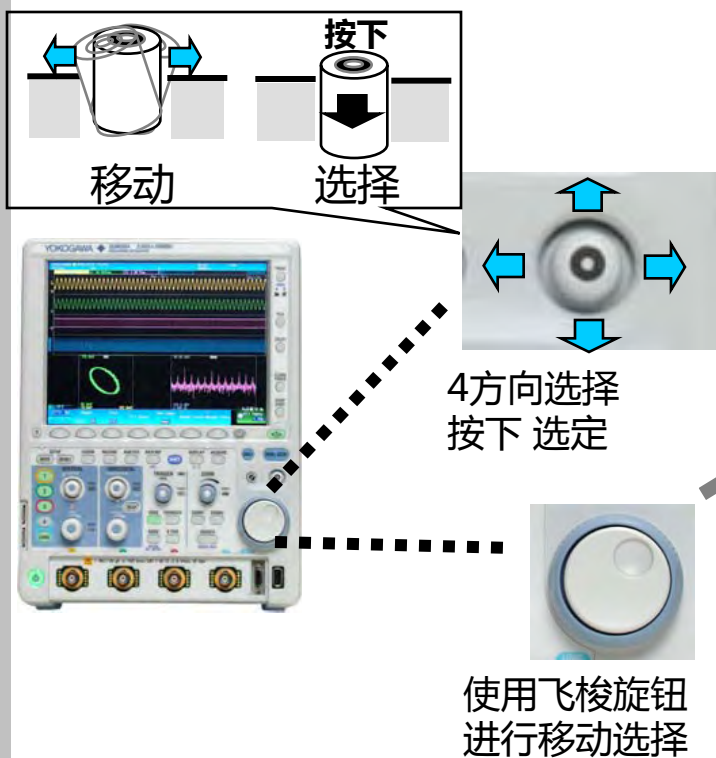
逻辑按键



人性化操作(2)

■ 飞梭旋钮和4方向选择键

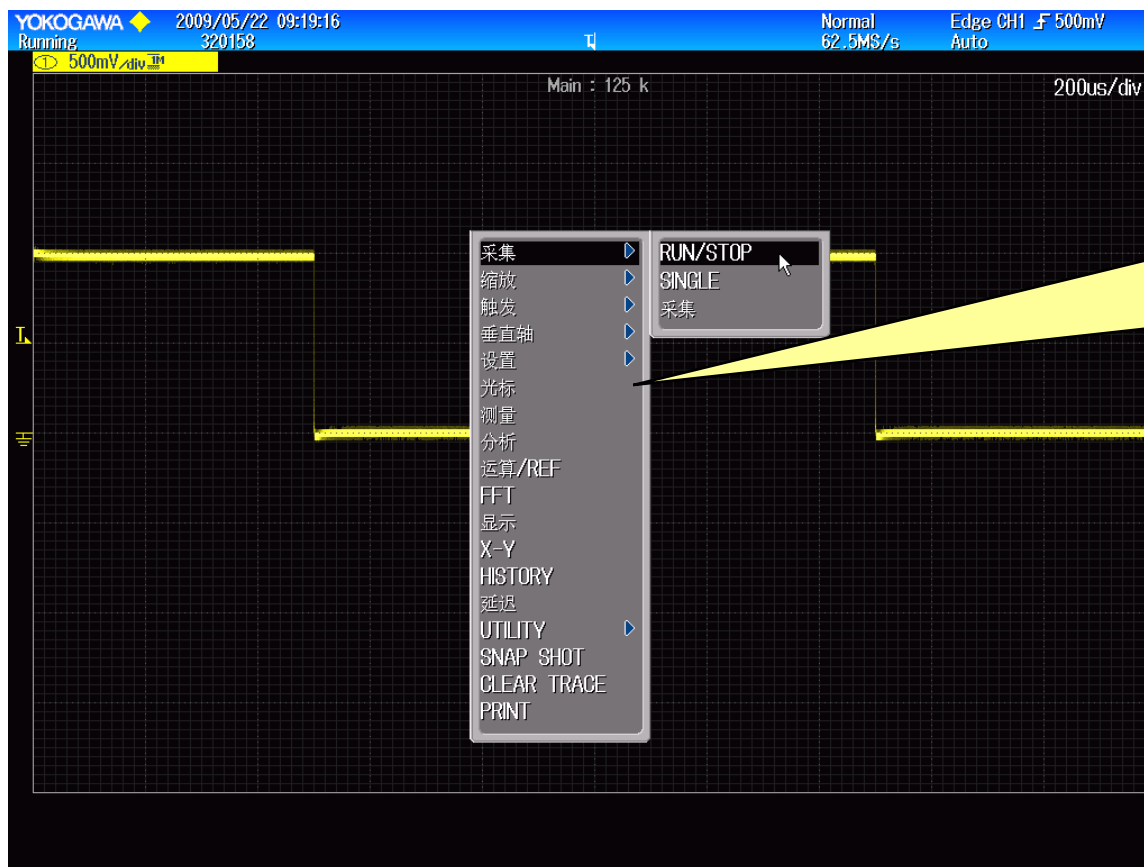
飞梭旋钮的外圈具有加速功能。除了飞梭旋钮外，DLM2000还有一个4方向选择键，使项目间移动和选择更加方便和快捷。



人性化操作(3)

■ 全程鼠标操作

- 可以通过鼠标操作实现所有的操作
- 甚至可以在波形上进行拖动操作，通过鼠标滚轮设置参数



在屏幕中点击鼠标右键，会出现功能菜单。

人性化操作(4)

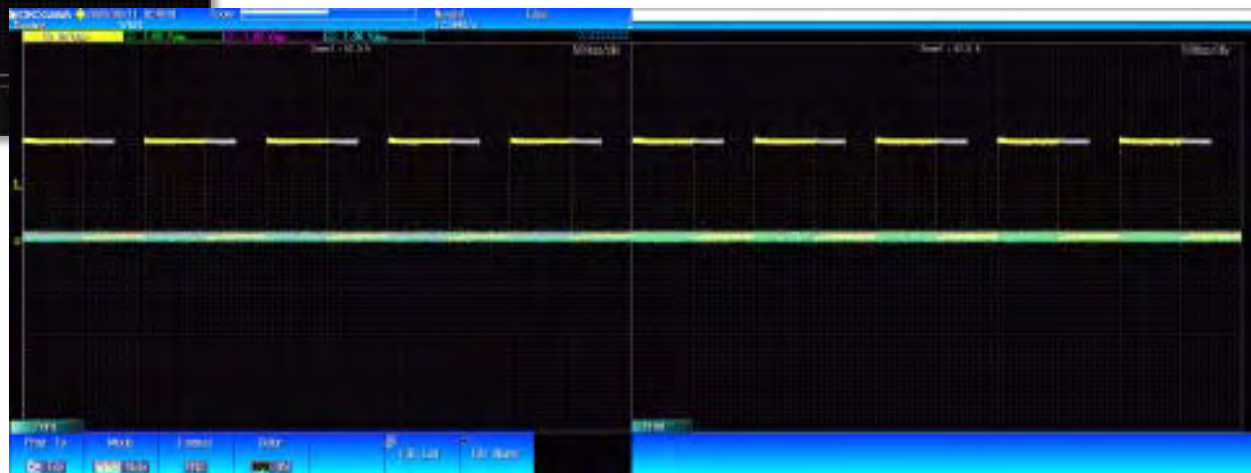
■ 缩略图和宽屏图像

可在屏幕上显示波形数据，波形图像数据，波形区域文件的缩略图。在复制或删除文件时可以同时观测图像和文件名。通过对时间轴进行缩放，您不仅可以保存实际尺寸图像，还可保存宽屏图像类型文件。



保存文件时的缩略图显示

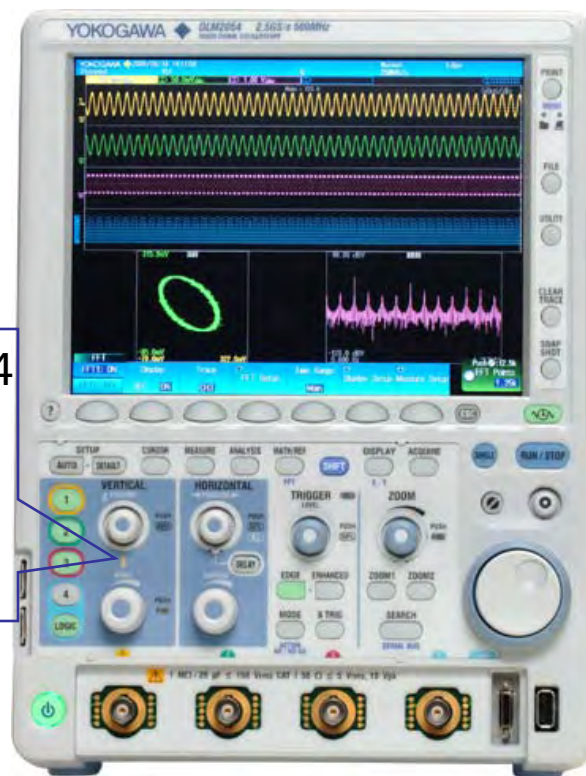
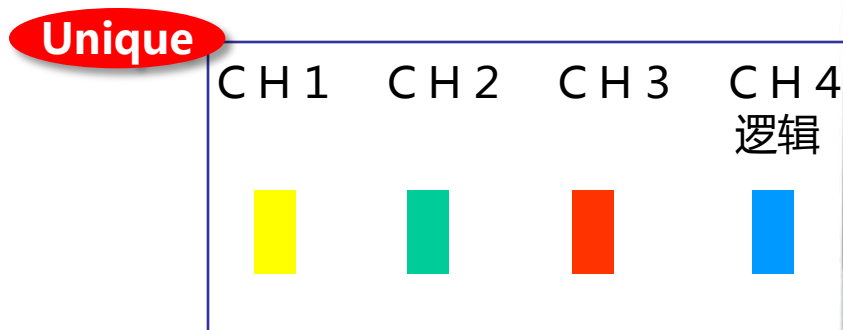
宽屏图像文件（放大为2屏）



人性化操作(5)

■ 通过刻度旋钮LED指示灯显示的不同颜色来辨别所选通道

DLM2000系列是一款可观察4通道信号的小型示波器。因此，在有限的面板内，垂直轴刻度旋钮将被通道1-4所共用，设计师创新引入了刻度旋钮LED指示灯，通过LED指示灯显示的颜色，您便知道当前刻度旋钮所控制的通道。



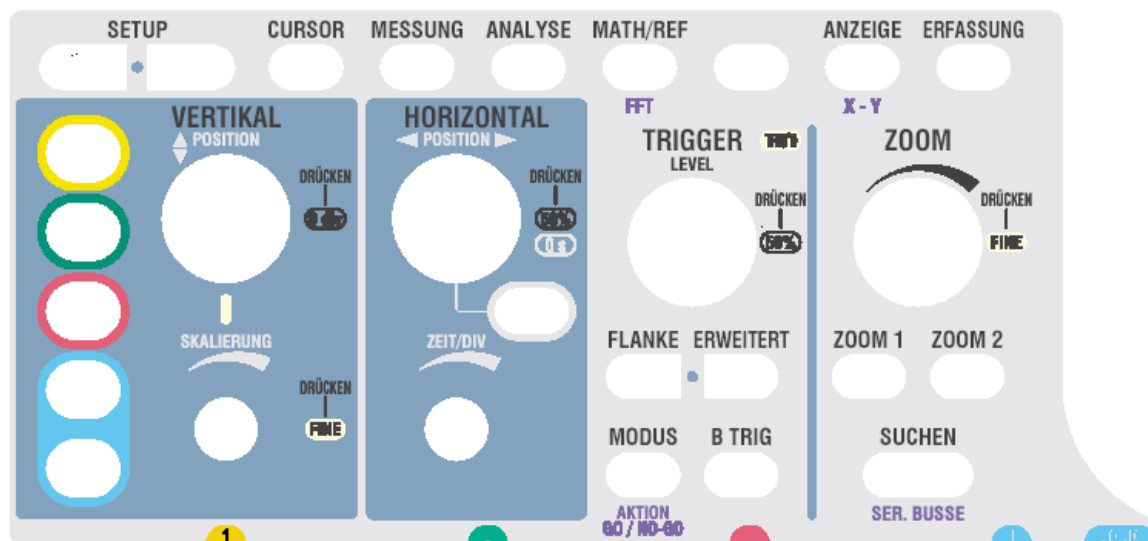
人性化操作(6)

■ 支持多语种菜单与操作面板

□ 前面板与菜单支持8种语言

- 日文, 英文, 中文(简体), 韩文 (朝鲜语), 德文, 法文, 意大利文, 西班牙文

德文面板示例



多语种选择菜单



人性化操作(7)

■ 非常方便的随机帮助功能

关于示波器的功能、只要按下屏幕坐下方的“？”键、就会显示包括图形的详细功能解说。即使没有操作说明书，性能、操作方法等也可以通过画面进行确认。



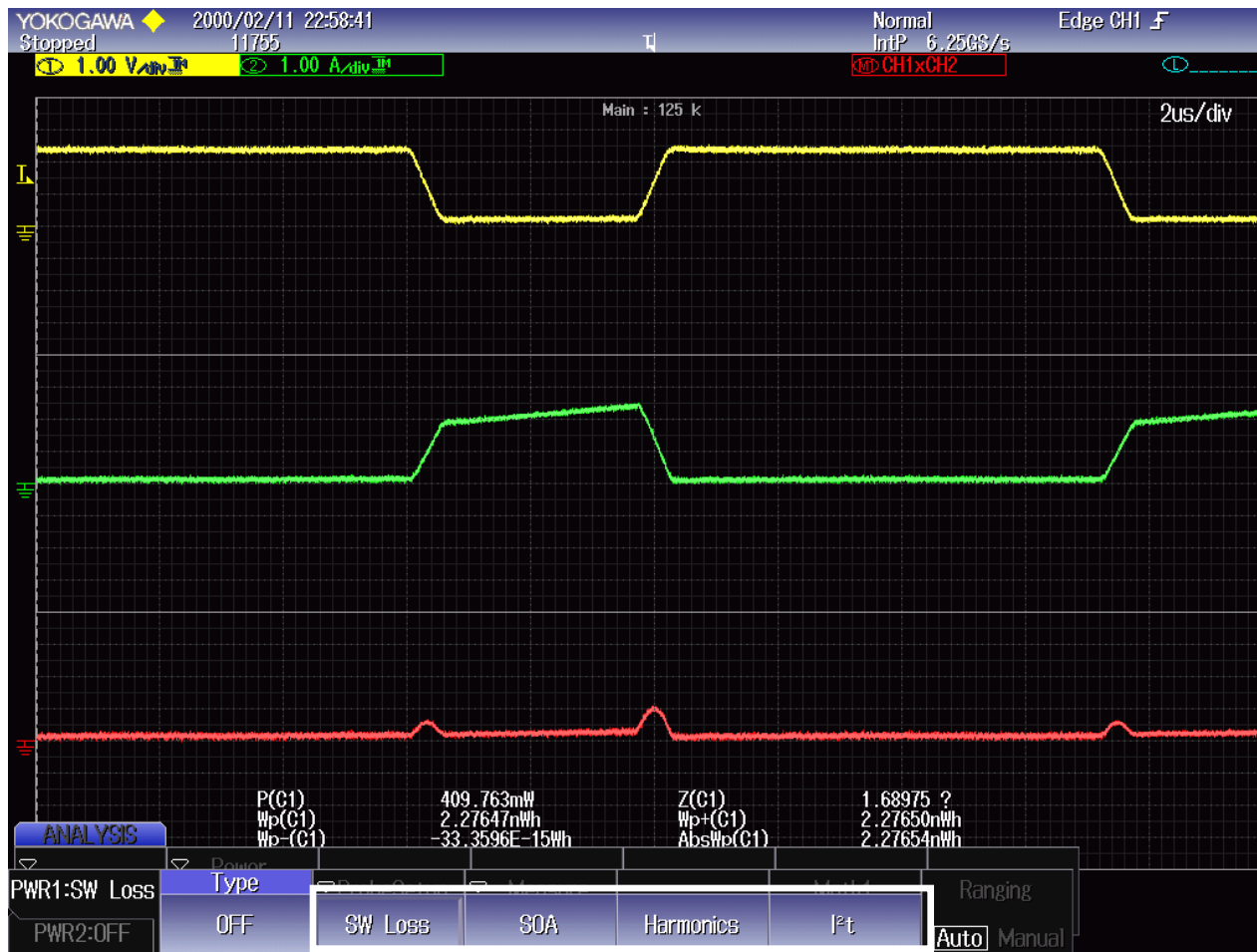
在线帮助键



电源分析功能简介

DLM2000电源分析功能

- 开关损耗计算
- SOA安全工作区
- 谐波分析
- 焦耳积分 (I^2t)

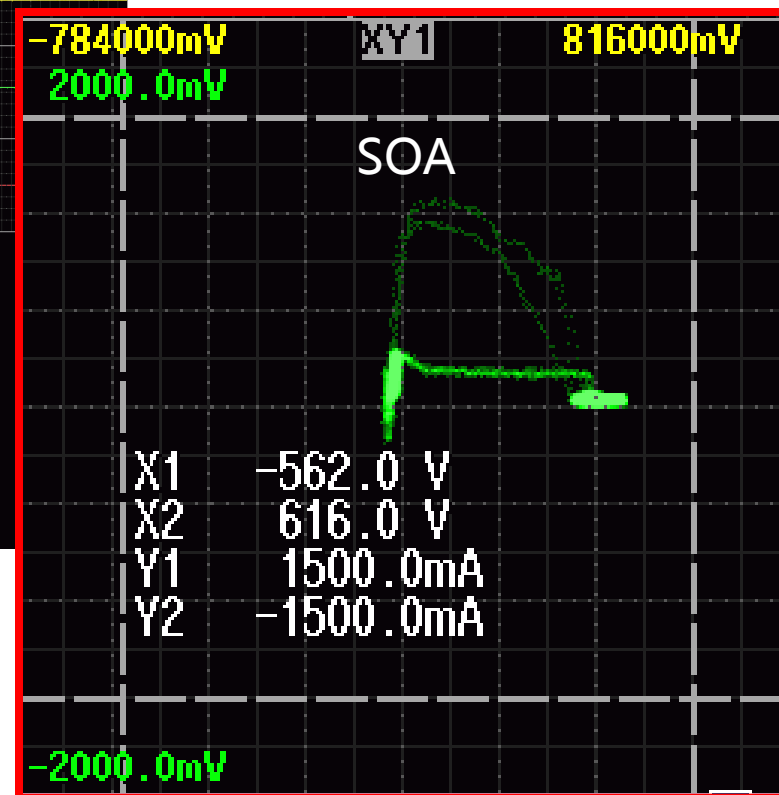
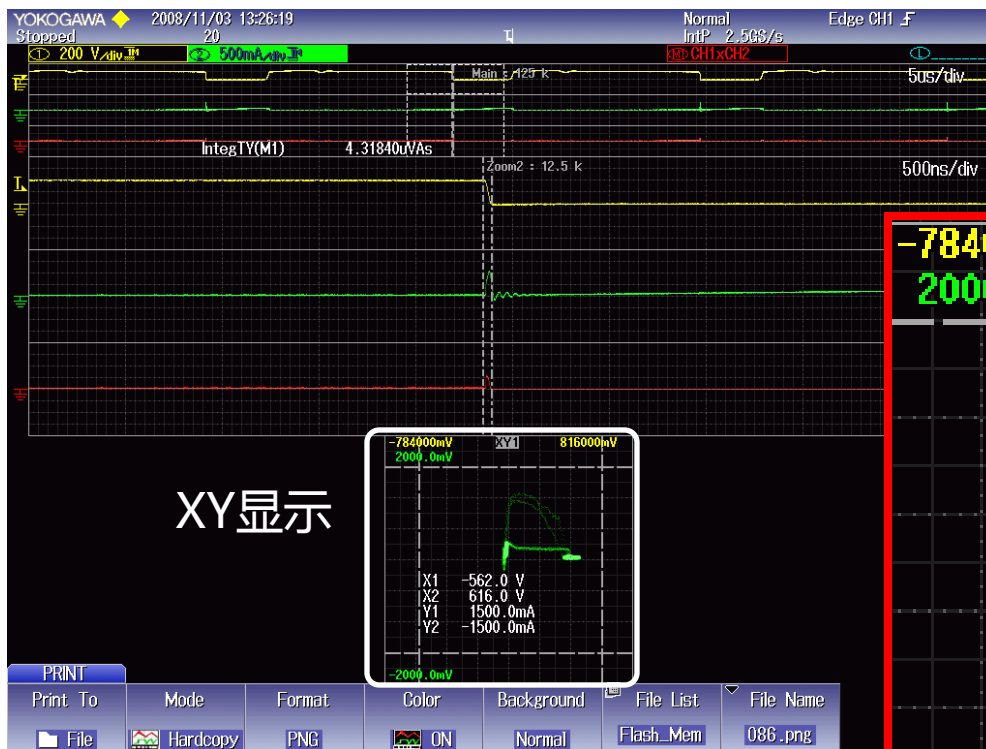


开关损耗测量

开关损耗测量项目：Wp、Wp+、Wp-、Abs.Wp、Z、P、P+、P-、Abs.P



SOA测量



谐波分析



THE END

