海洋儀器®

致力于电子测试、维护领域！

MI1062多功能仪器

数字示波器　逻辑分析仪　协议分析仪　扫频仪　码型发生器　信号发生器

北京海洋兴业科技股份有限公司（证券代码：839145）　TEL：010-62176775　www.hyxyyq.com

Contents

目录

功能概述

数字示波器……5

逻辑分析仪及协议分析仪……7

信号发生器及码型发生器……8

扫频仪……10

关键参数……11

典型测试应用

示波器触发测量捕捉干扰……12

示波器和逻辑分析仪联合调试串口……13

示波器和逻辑分析仪联合调试 I^2C 通讯……14

示波器和逻辑分析仪联合调试 SPI 通讯……15

码型发生器应用于数码管与液晶调试……16

码型发生器和示波器联合调试数模转换电路……17

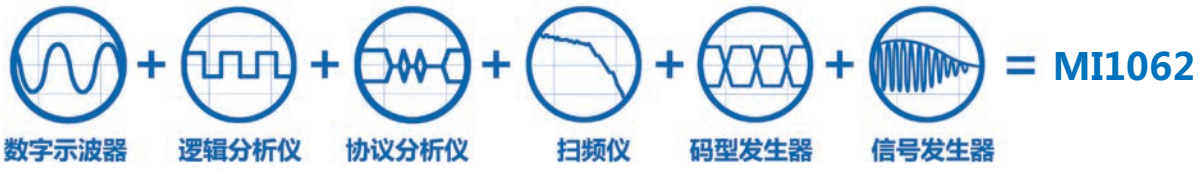
示波器自动测量分析 PWM 信号……18

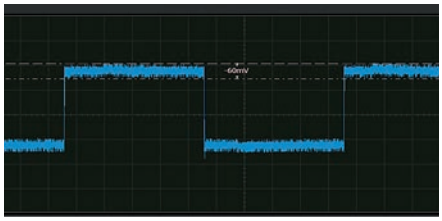
FFT 分析查找干扰频率……19

示波器和信号发生器联合测量总线分布电容……20

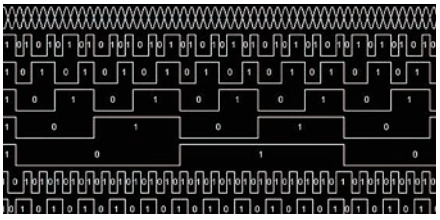
MI1062 六合一多功能组合仪器，创国产组合仪器之先

MI1062 六合一多功能组合仪器，集数字示波器、逻辑分析仪、协议分析仪、信号发生器、码型发生器和扫频仪六大功能于一身，小巧便携，信号测量精准入微，操作易用简捷，特别适合工程师现场测试与高校实验室课程。

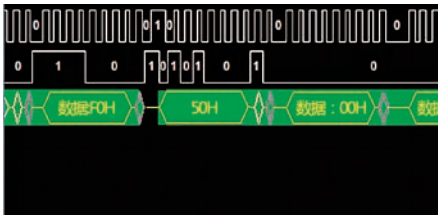




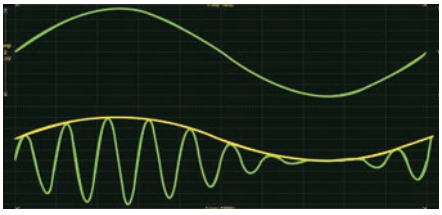
数字示波器



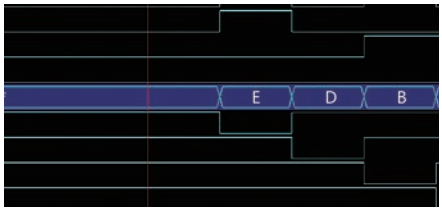
逻辑分析仪



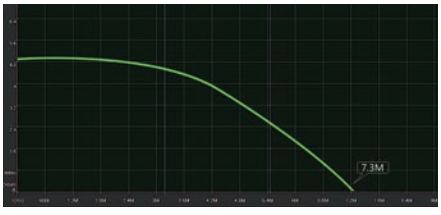
协议分析仪



信号发生器



码型发生器



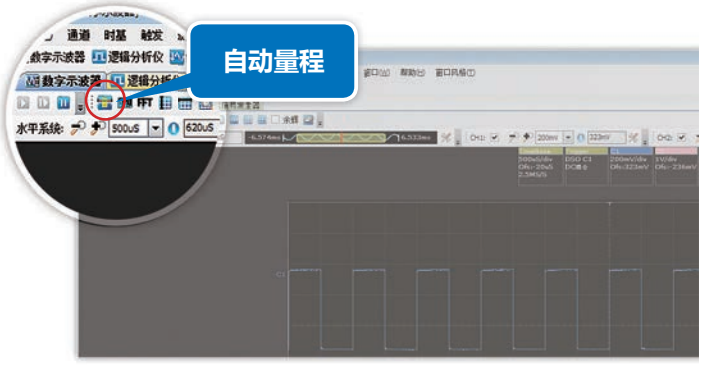
扫频仪

数字示波器

示波器是一种能够显示被测信号波形的装置，MI1062 集成高速双通道数字示波器，采样率高达 100MSa/s(每通道)，配合 4Mpts 波形存储深度，丰富的信号触发方式和全面的波形分析能力，配合人性化的测量软件，可为用户提供真实准确的波形信息。

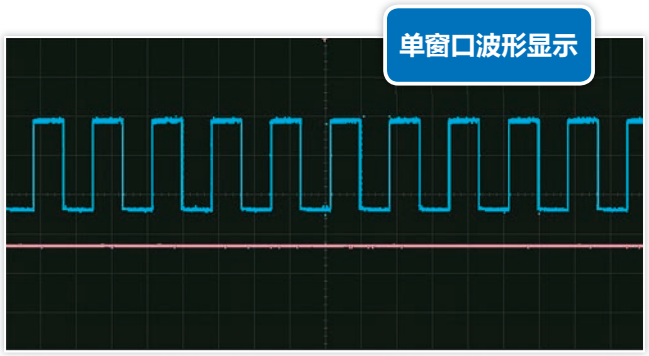
自动量程轻松一键操作

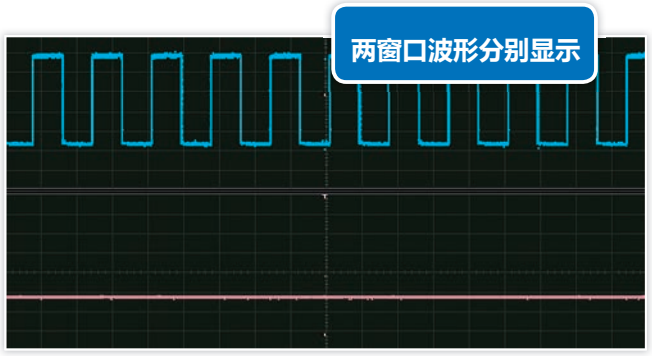
垂直系统和水平系统自动设置，无需用户手动调整。使测量波形能够以最佳的方式呈现，自动量程的设置方法如下图所示。



双通道分离与叠加方便测量对比

示波器两个采集通道信号显示在同 1 或 2 个观察窗口中，为用户提供直观的测量，效果如下图所示。

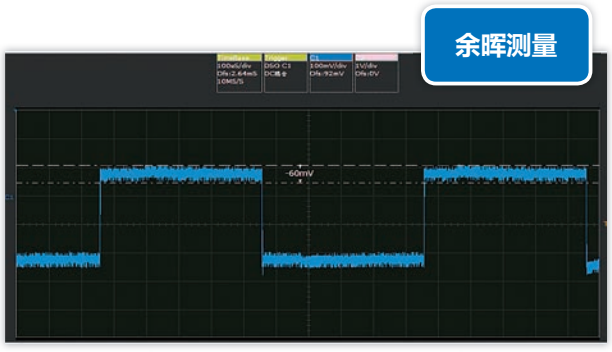




两窗口波形独立显示

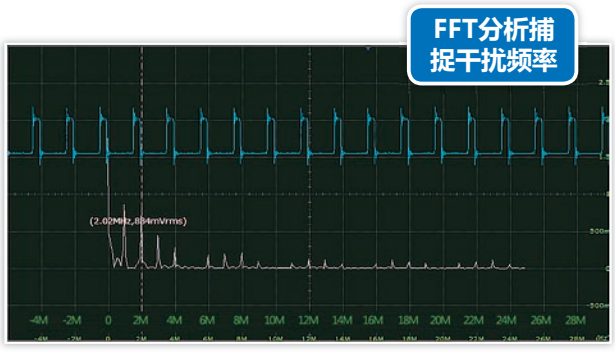
余晖方便统计测量信号波动范围

被测信号波形不断叠加，让触发信号的细节更利于观测，特别适合用于测量信号纹波，如下图所示。



FFT 频谱分析功能捕捉干扰信号

任何信号一旦混入干扰，就会导致失真。将通道信号从时域转换到频域进行分析，可以分析出干扰源信号的频点。



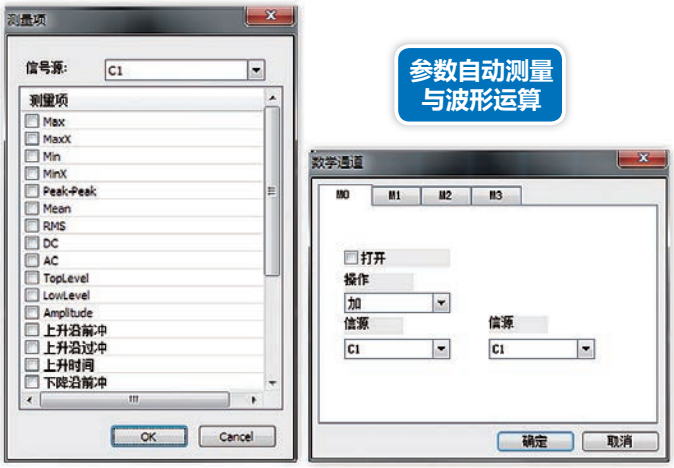
功能概述

触发设置捕捉瞬间信号

电信号稍纵即逝，通过触发设置，可以让 MI1062 帮您捕捉到需要的信号瞬间波形，MI1062 示波器的触发设置如下图所示。

参数自动测量与波形运算让测试变得轻松

参数自动测量功能与波形运算省去了繁重的测量、记录和计算工作，可以帮助用户快速测量出所需要的常用测量项目，包括最大值，最小值，峰峰值、差分运算等 20 余项测量参数。参数自动测量项设置和波形数学运算设置如下图所示。



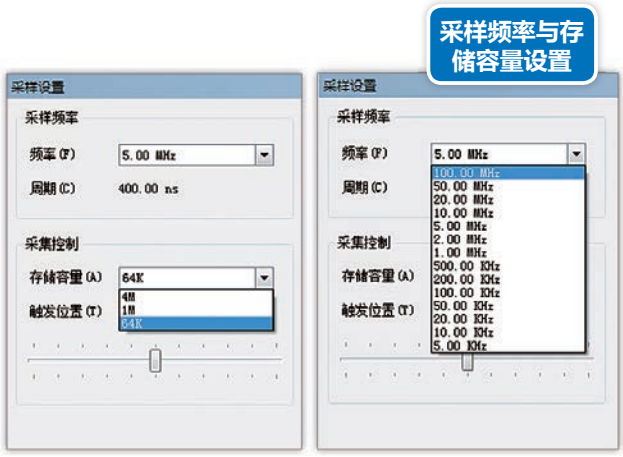
逻辑分析仪及协议分析仪

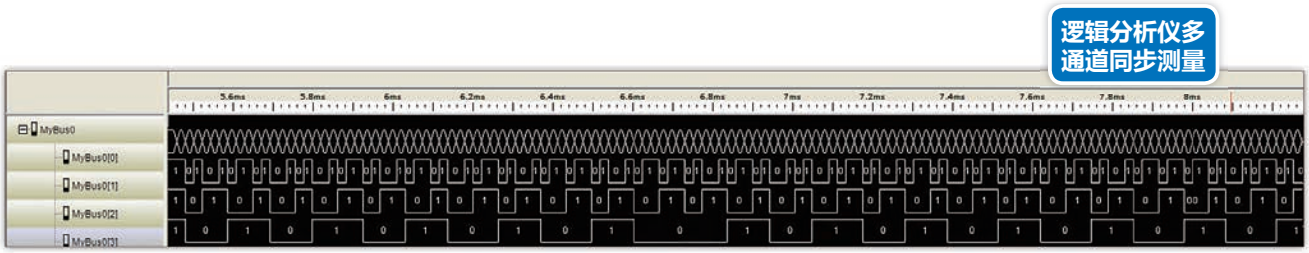
数字电路在通信时用高低电平序列表达传输的信息，逻辑分析仪即将模拟信号采集成为数字信号，并进行较长时间的存储，供用户进行分析。比如调试液晶驱动时，由于数据由多条线路协同传输，即使是微小的信号时序偏差都会导致液晶无法正常显示。

MI1062 内置 32 通道逻辑分析仪，采样频率 100MSa/s，单通道独享最大 4096Kpts 存储深度，可为用户提供丰富的逻辑数据。并可以进行协议分析，直观地形成用户数据。

记录多通道逻辑波形方便时序分析

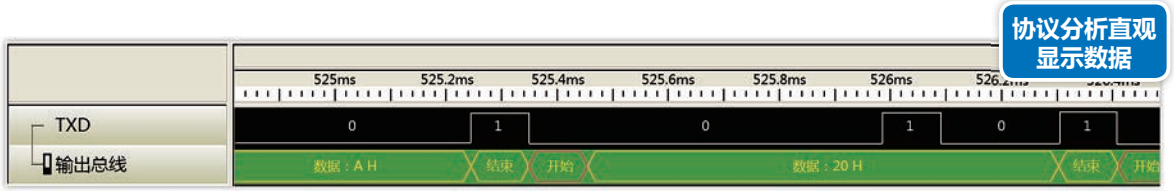
逻辑分析仪将被测电平值按时间记录成 0 和 1 二进制序列 ,通过配套软件合理的采样频率设置(频率越高 ,采集时间越短)、存储容量设置(容量越高，记录时间越长)、通道使能设置后，对波形信号时序进行准确的观测和分析，





常见协议分析直观显示数据

MI1062 逻辑分析仪支持协议分析插件，可以将信号逻辑波形按照协议规则进行解码显示，协议数据一目了然，目前 MI1062 可以直接解码的总线包括 UART、I^2C 和 SPI，后续将陆续免费添加：SSI、1-Wire、A/D 值、韦根 26、变形米勒、双相曼彻斯特、Modbus、CF、SD/MMC、8051 反 汇 编、SMBus、CANBus、LINBus、PS2Bus、I^2SBus、DSA、AC97、DALI、USB、JTAG、FLEXRAY、PROFIBUS、ISO7816、DMX512、NANDflash 等嵌入式开发常用总线分析插件。



信号发生器及码型发生器

MI1062 集成信号发生器（模拟）和码型发生器（数字），可为电路提供丰富的激励信号。信号发生器输出模拟信号，如正弦波、方波、锯齿波、脉冲信号、噪音、调幅 / 调频信号等。码型发生器输出数字逻辑波形，允许用户编程，一般应用于数字电路调试、通信接口验证等。

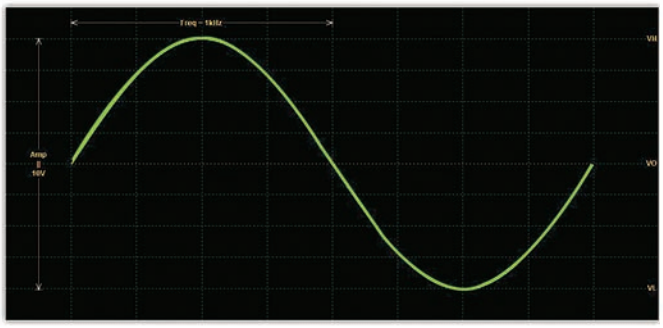
信号发生器提供多种常用波形

MI1062 内部集成先进的信号发生器，可输出各种常用模拟信号，输出幅值可调范围大、频率范围宽，所有参数均可以通过计算机快速配置，操作简便，信号输出精准度高。

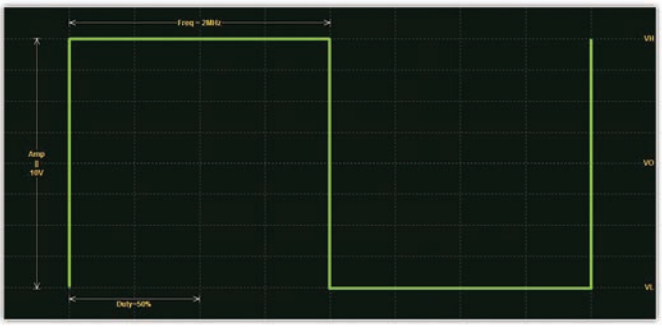
模拟信号发生器

上图为 MI1062 由模拟信号发生器正在输出正弦 (sine) 调幅信号，电压幅值为 10V，频率为 1kHz。根据实际测试需要，信号幅值可在 0-10V 区间任意配置，信号频率则允许在 100uHZ~40MHz 区间内调节。

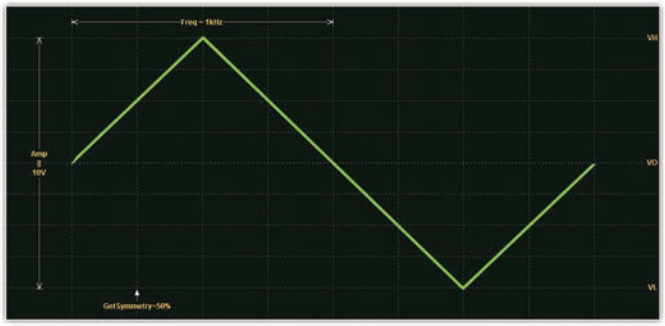
MI1062 信号发生器可发生所有常见信号，具体内容详见参数表。



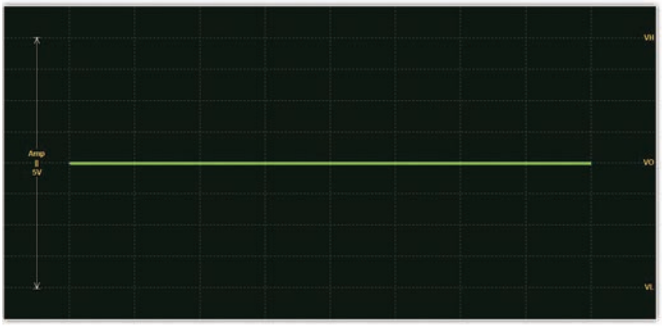
正弦波



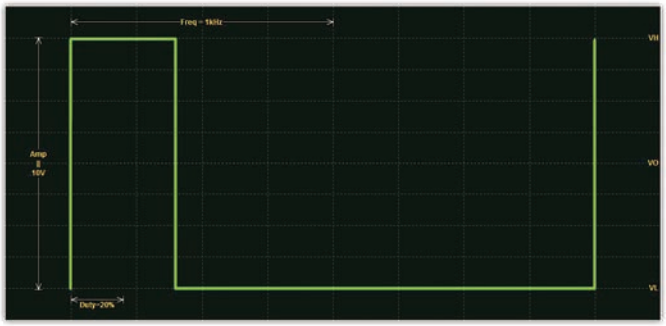
方波



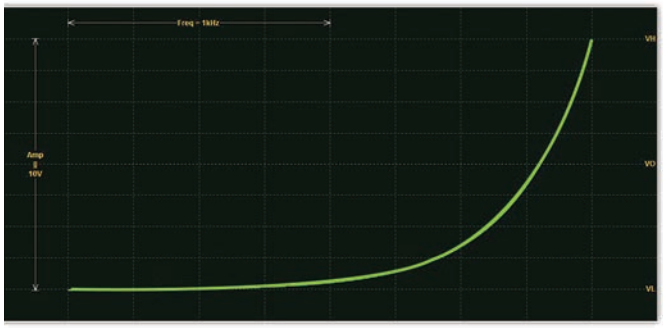
锯齿波



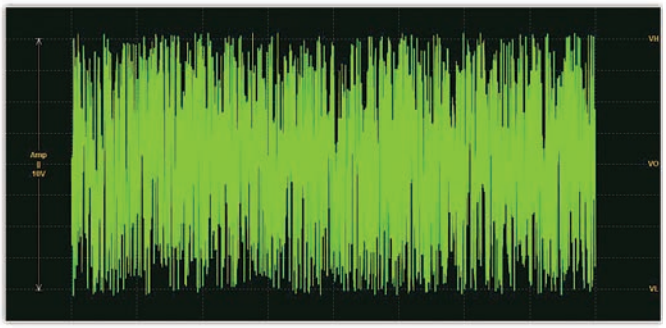
DC波形



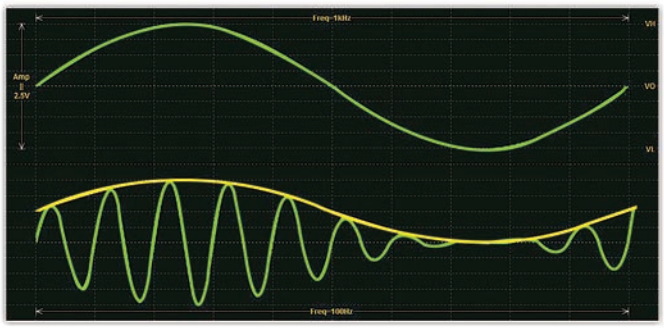
脉冲



Arb任意波形



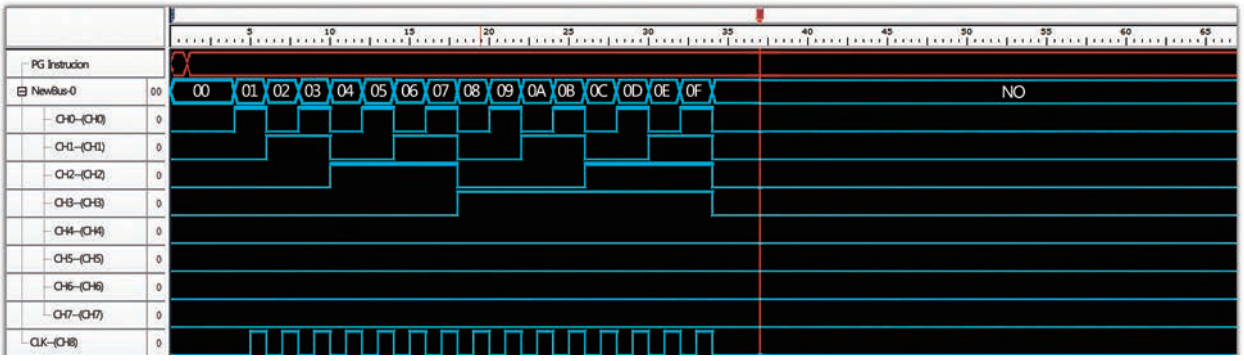
噪音



AM信号

码型发生器模拟总线时序输出

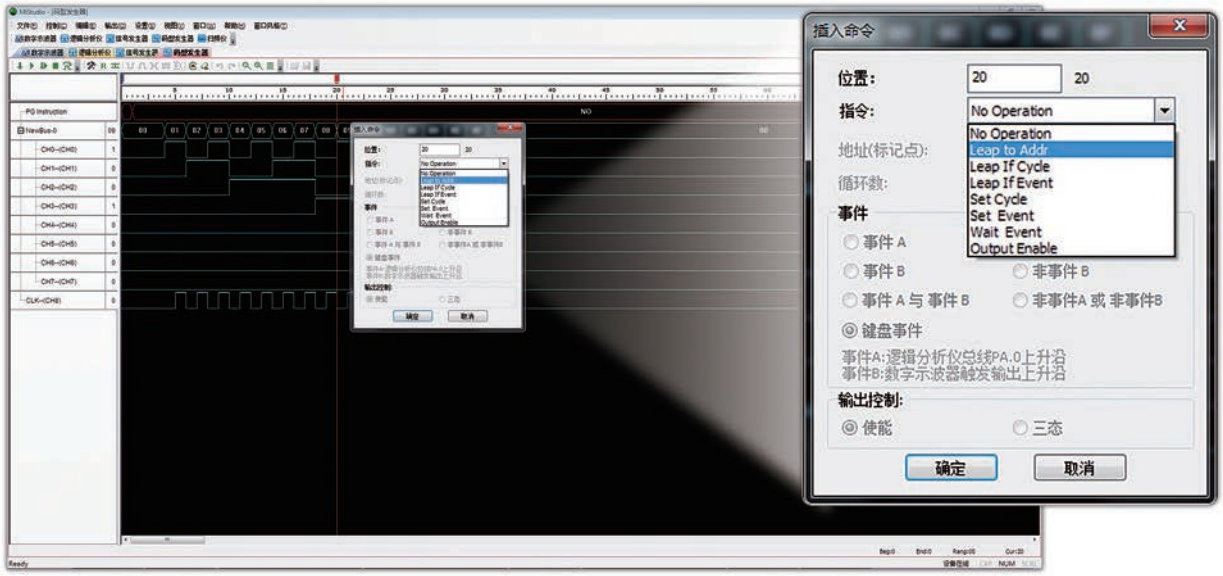
MI1062 集成先进的码型发生器，支持 16 路信号同步输出通道，输出频率可高达 50MHz，时序和波形均可通过计算机在线编辑，所见即所得。可模拟多种标准的总线时序输出，编辑通信接口上待输出的数据序列，为用户数字电路调试和通信接口验证提供了最大的方便。



码型发生器

上图为当前码形发生器正在输出码形信号，CLK 输出时钟，CH1~CH4 输出数据信号，用于模拟一个编码盘信号输出，调试一块功能主板。

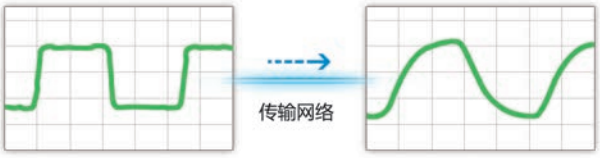
为了支持更灵活的信号输出控制，码型发生器提供了强大的 PG instruction 码型输出控制指令支持。使码型发生器具有信号输出跳转，特定事件触发，等待数据返回等功能，实现了复杂的信号输入 / 输出控制。PG instruction 的设置方法下图所示。



instruction码型输出控制指令

扫频仪

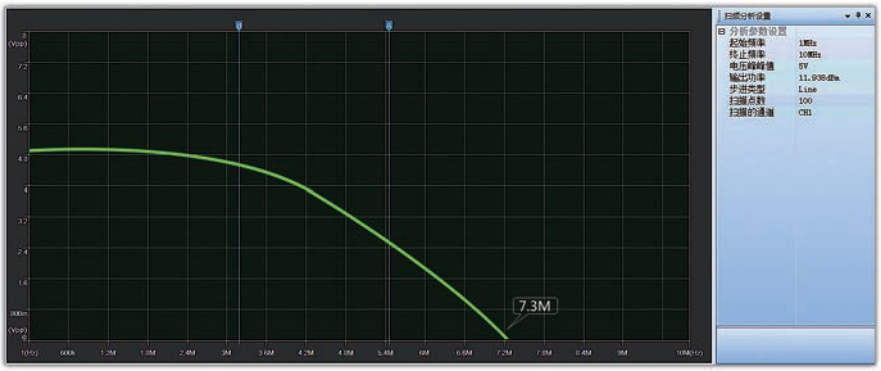
扫频仪是一种可以用来测量传输网络幅频特性的专业仪器。基于 MI1062 内置的扫频功能，用户可以快速获取被测传输网络对特定频率范围信号的增益、衰减特性、幅频特性。有助于网络信号传输故障诊断和分析。



网络带宽不足导致信号畸变

MI1062 扫频仪有多个扫频通道可选，扫描频率最高可达 40MHZ，信号输出峰值为 10V，支持灵活的扫频步进规则，可满足大部分用户对扫频功能的需求。

通过对一个传输网络进行扫频，得到如下图的信号幅频特性，图中显示低于 4MHz 的信号可以顺利穿过该传输网络，高于 4MHz 之后信号大幅度衰减，在 7.3MHz 时信号已经无法通过。通过扫频测试就知道该传输网络上通信信号频率应该控制在 4MHz 以内。



扫频仪

关键参数

▪ 示波器性能参数

仪器配置	性能参数	
采集	最大采样率	100MSa/s（每通道）
	最大存储深度	4Mpts（每通道）
	垂直分辨率	8bit
	捕获模式	普通、平均值、峰值检测
	数学插值	支持 Sinx/x
	采样模式	实时采样、等效采样
垂直	带宽（-3dB）	DC 至 60MHz
	垂直分辨率	5mV/div 至 1V/div，1-2-5 步进
	AC 耦合	3.5Hz 至 60MHz
	上升时间计算值	8.75ns
	输入阻抗	1MΩ±1%
	输入容抗	20pF
	耦合方式	AC/DC
水平	量程	5ns/div 至 1s/div；增量为 1-2-5
	工作模式	NORMAL、ROLL、DELAY、XY
触发	触发模式	自动、单次、重复、正常模式
	触发源	模拟通道 1、外部触发、数字通道
	触发方式	边沿触发、脉宽触发
	耦合方式	AC 耦合、DC 耦合、高频抑制、低频抑制
	释抑时间	20nS ~ 40S, 精度 10nS
FFT	点数	与当前屏幕的点数相关
	FFT 源	模拟通道 1、2
	窗口	Rectangle、Hamming、Blackman
测量功能	电压	峰峰值、有效值、最大值、最小值、平均值、幅度、顶部值、底部值、过冲、前冲
	时间	频率、周期、正脉宽、负脉宽、占空比、上升时间、下降时间
	波形数学计算	1+2、1-2、1×2、波形反相

▪ 码型发生器性能参数

仪器配置	性能参数	
PG 图形信号参数	通道数量	16
	内部采样时钟	100MSa/s
	外部时钟	< 30MHz
	输出电平	3.3V、5V、三态
	驱动能力	10mA
	存储深度 / 通道	2Kpts
	事件功能	键盘事件、内部事件、外部事件

▪ 逻辑分析仪性能参数

仪器配置	性能参数	
采样	最大实时采样率	100MSa/s
采样	测量通道	32 路
	存储深度 / 通道	4Mpts
	输入范围	0~5V
	支持信号	TTL/CMOS
触发	触发方式	边沿触发、脉宽触发、电平触发、总线触发
	触发位置	开始、中间、结尾、用户自定义
分析	分析功能	总线分析、协议分析
支持协议插件	A/D 总线	A/D 转换分析，根据数据值用光滑的曲线描绘模拟量的波形图
	UART 串行通讯	根据 UART 串行协议对数据进行分析解码
	I^2C 总线	按照 I^2S 协议对数据进行分析解码
	SPI 总线	根据 SPI 串行协议对数据进行分析解码

▪ 信号发生器性能参数

仪器配置	性能参数	
基本参数	采样频率	100MSa/s
	垂直分辨率	10bit
	采样点储存深度 / 通道	2Kpts
输出参数	输出类型	正弦波、方波、锯齿波、脉冲波、噪声、指数上升、指数下降、心电图波、直流
	调制波形	调幅（AM）、调频（FM）、调相（PM）、脉宽调制（PWM）、二进制频移键控（FSK）、扫频（SWEEP）、脉冲串（Burst）
	输出阻抗	50Ω
	输出幅值	10Vpp（高阻）
	输出信号与频率	正弦波 100uHz ~ 40MHz
		方波 / 脉冲波 100uHz ~ 2MHz
		锯齿波 100uHz ~ 1MHz
		白噪声：5MHz 带宽 (-3dB)
		Arb 100uHz ~ 1MHz

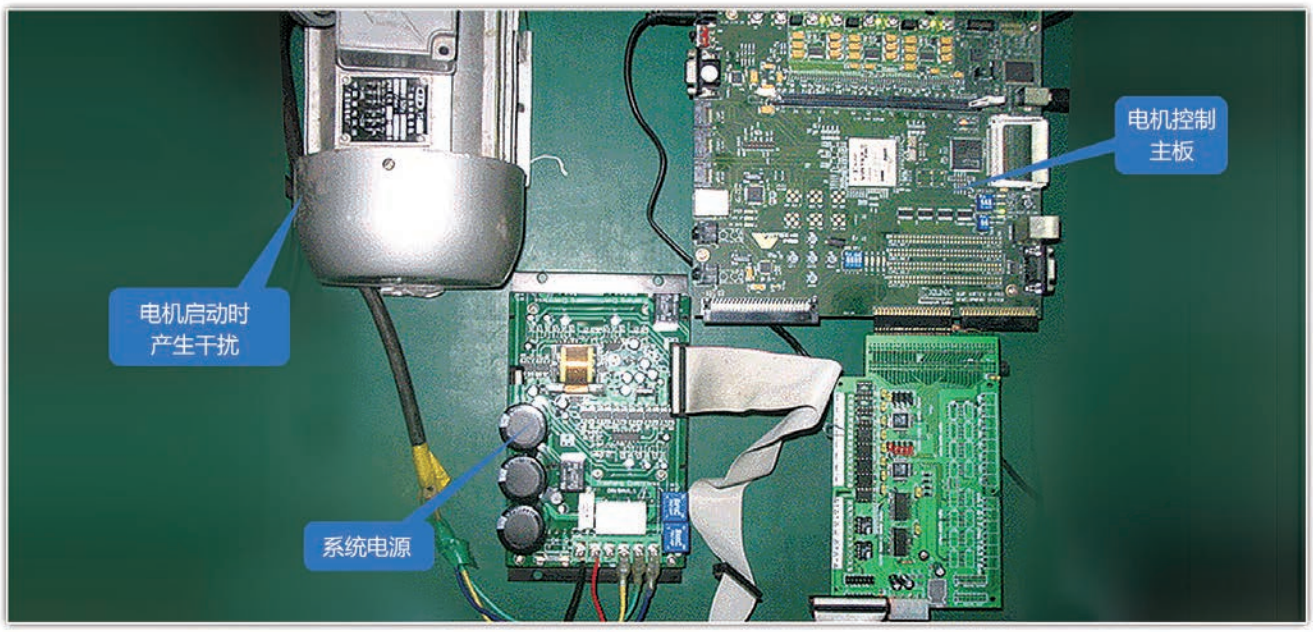
▪ 扫频仪性能性能参数

特性	性能参数	
PG 图形信号参数	频率范围	10Hz~40MHz 可设定扫频范围
	电压峰峰值	40mV~10V 可调
	输出功率（最大）	18dBm
	步进类型	Line（线性）、Log（对数）
	扫描点数	2~10K 可调
	扫描通道	CH1、CH2、CH1&CH2

典型测试应用

示波器触发测量捕捉干扰

电机控制系统在启动时，经常会发生控制板死机等异常现象，现场情况如下图所示。为了找出问题原因，使用 MI1062 对该电机系统的启动和运行过程进行分析。**本案例将着重分析控制板电源在电机启动过程中的干扰情况。**

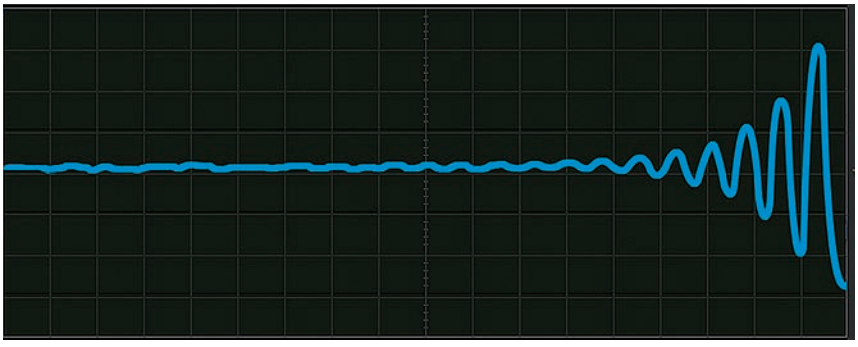


1 测量前示波器配置

测试前示波器配置启用 MI1062 的示波器通道 1，通过“自动量程”功能配置好示波器的水平和垂直系统，设置好信号的触发参数，主要包括触发模式、触发电压、触发边沿等。

2 干扰信号测量

下图是 MI1062 示波器基于触发功能，记录设备电源在启动过程中的波形。发现主板电源在启动过程中受到了严重的冲击干扰，致使控制器外部引脚受到干扰，出现死机等现象，长期受到这样的冲击将会导致器件损坏。



干扰信号捕捉

3 解决方案

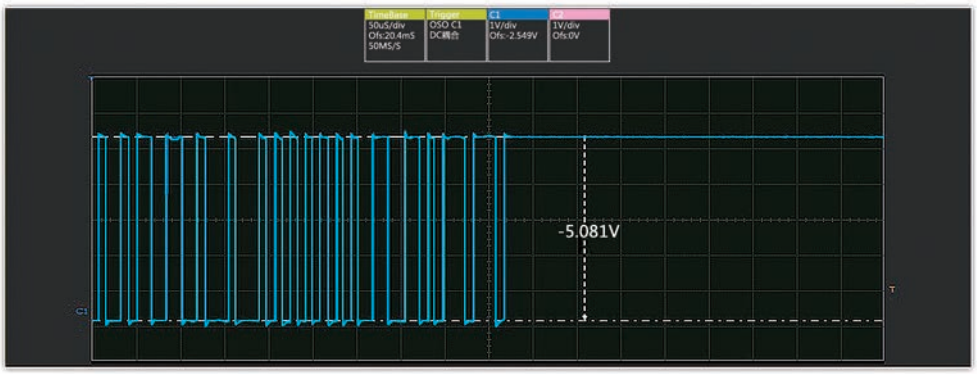
电机启动时的干扰主要是电刷和换向器之间的火花放电。消除干扰方法有多种，建议使用滤波器、并联大容量电容或者使用隔离电源改善主板供电。

示波器和逻辑分析仪联合调试串口

串口是最常用的串行通信接口，当串口无法通信、数据错误、数据丢失时可以用 MI1062 的示波器与逻辑分析仪进行组合式测量。

1 使用示波器测试信号波形

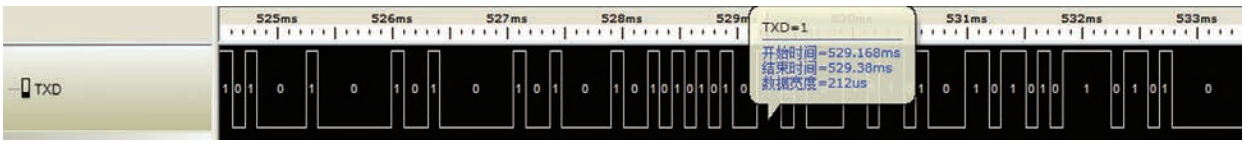
使用示波器的探头连接到串口的发送（TXD）和接收（RXD）线上，观察到如下图所示的信号波形，同时对信号幅值测量，对信号质量评估。如果信号峰峰值小于 3V 说明欠幅，纹波多说明干扰较多，信号出错概率很高。



串口波形幅值测量

2 使用逻辑分析仪抓取信号时序

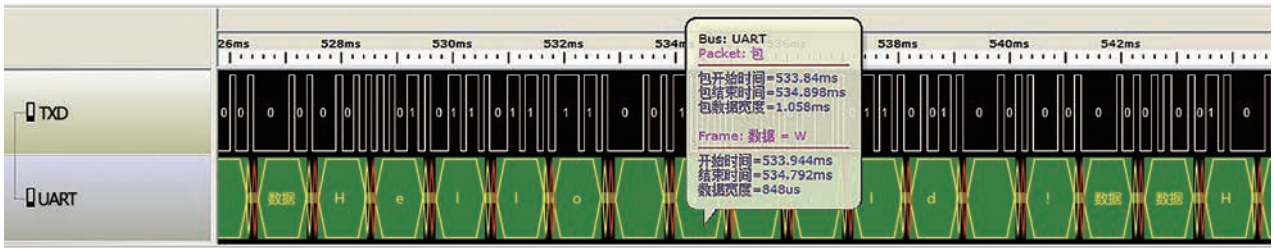
通过 MI1062 的逻辑分析仪可以准确抓取到串口上信号波形的时序关系，分析传输波特率，数据位数，停止位数等信息，核对是否与软件配置的通信参数一致。经过实测得到被测接口信号波特率为 9600bps，数据发送使用 8-N-1 模式，如下图所示。



串口波特率为9600bps数据为8-N-1模式

3 协议分析仪解析成真实数据

通过协议解析功能将原始的逻辑编码转换成 16 进制数据或字符显示确定是否与程序发出的数据相符合，如下图所示。如果不符合则说明数据在传输时受干扰信号出错。



解码后数据“Hello，World！”

4 解决方案

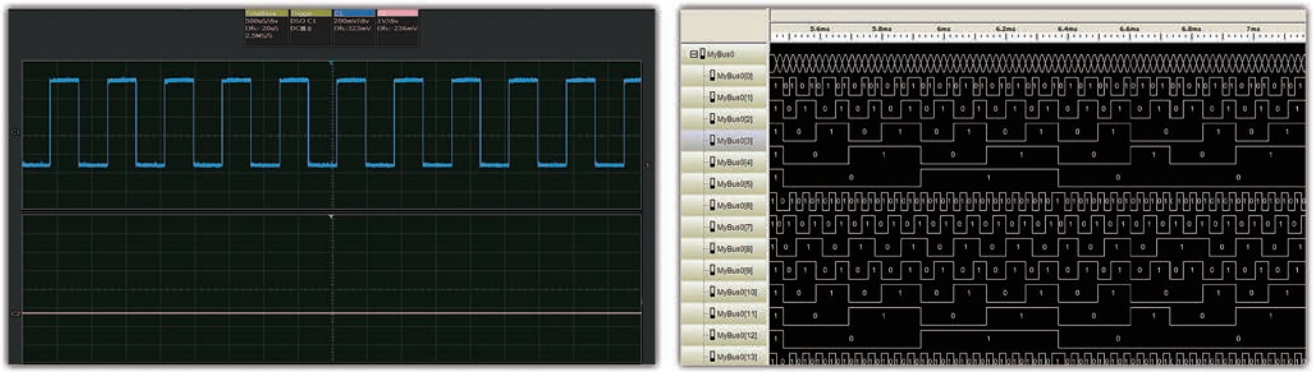
当没有检测到信号波形时建议首先排查电路连接和单片机控制程序，若发现信号干扰，则应该考虑将通信布线远离干扰源，测量到信号欠幅则应采取缩短布线距离或更换导电性能更佳的线缆去解决问题，总线波特率偏差可能是系统时钟不准，应该考虑更换时钟。

示波器和逻辑分析仪联合调试 I²C 通讯

I²C 是嵌入式领域最常用的串行通信接口之一，读写时序较复杂，调试时常因时序问题导致通讯不畅。

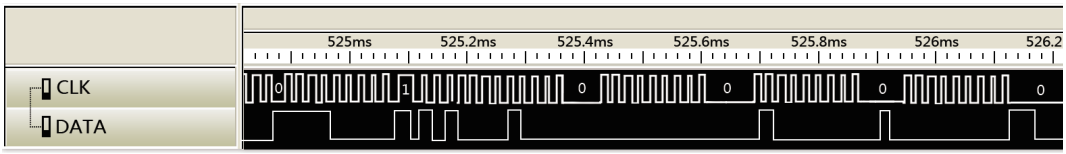
1 示波器和逻辑分析仪测试信号波形与逻辑

调试时将示波器和逻辑分析仪的探头同时连接 MCU 的 I²C 信号线，同时打开 MI1062 的示波器和逻辑分析仪，示波器用于观察波形，逻辑分析仪用于观察逻辑信号。



示波器和逻辑分析仪联合调试

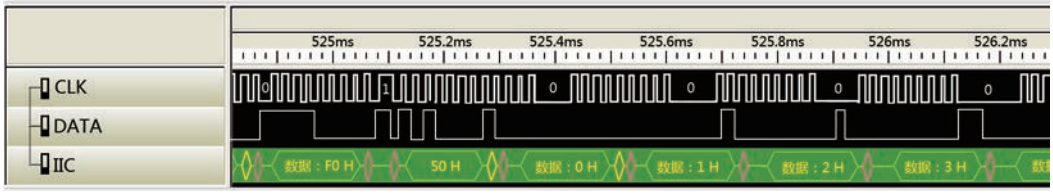
先观察示波器窗口，排查 I²C 是否有信号输出，信号幅值是否正确，有无过冲信号等。然后使用逻辑分析仪抓取总线上的逻辑波形，排查时序是否存在问题。下图是 I²C 信号时序，测量时序准确性时可以添加测量标尺辅助测量，精确定位时序问题。



I²C接口逻辑波形

2 协议分析仪解析成真实数据

为了进一步验证通信接口的正确性，打开逻辑分析仪的协议分析插件，对 I²C 总线信号执行解码分析。I²C 信号解码结果如下图所示，读写过程体现的一目了然，方便用户对比解码数据和发送数据一致性。



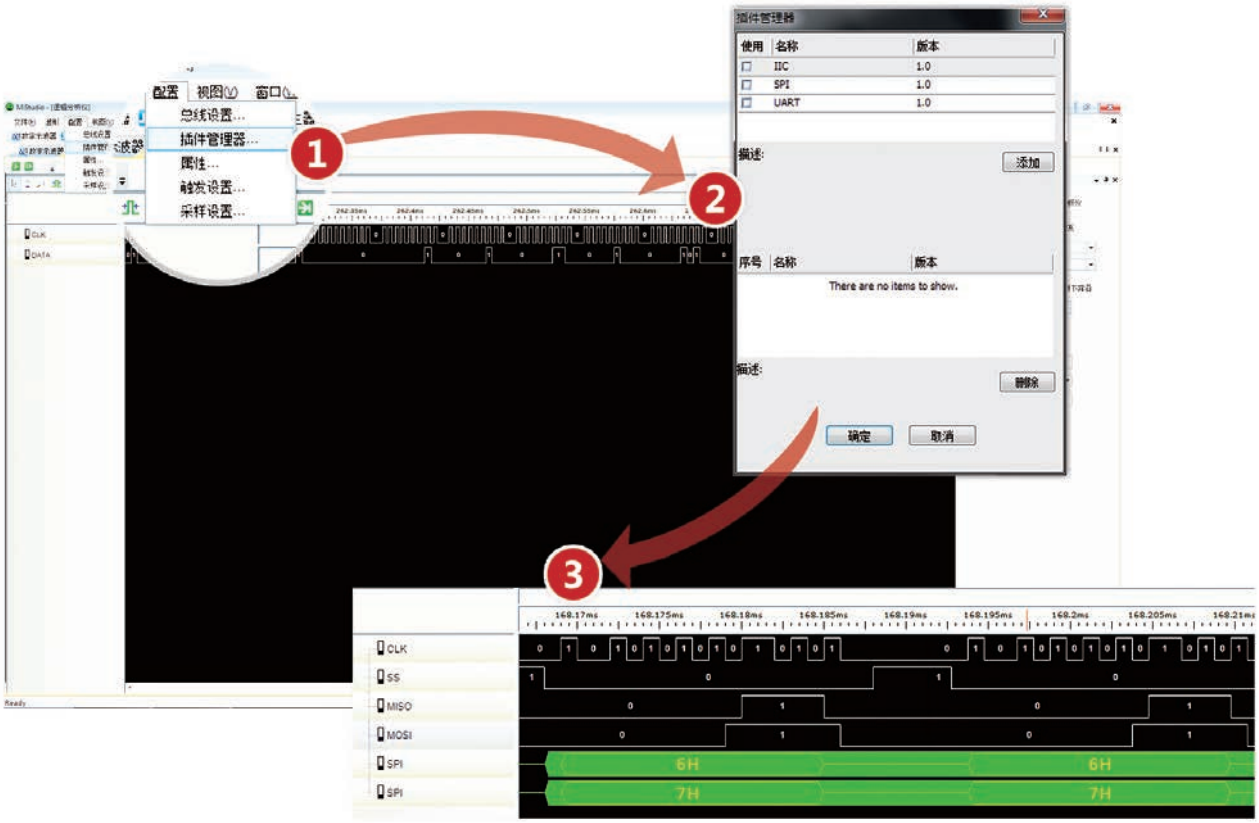
I²C协议解码后的情况

示波器和逻辑分析仪联合调试 SPI 通讯

在调试 MCU 的 SPI 接口时，偶尔发现通信不成功的情况，为了找出问题原因，使用 MI1062 抓取了数字信号和模拟信号进行对比分析。

1 逻辑分析仪测试信号逻辑

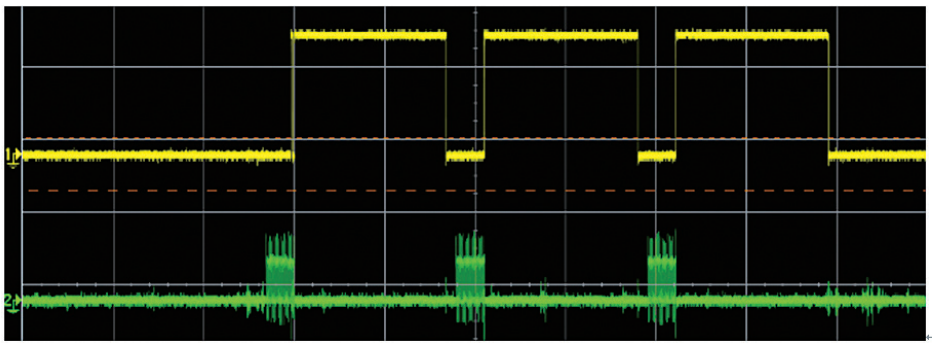
启动 MI1062 逻辑分析仪功能，将逻辑分析仪的探头和被测信号连接，抓取通信线缆上的逻辑波形，为了直观观察逻辑信号所对应的协议数据，通过添加协议分析插件就马上得到解码后的数据，如下图所示。



SPI逻辑信号时序和编码分析

2 示波器分析信号质量

为了更进一步去了解 SPI 底层信号质量，使用示波器的触发功能对波形进行记录和分析，得到了如下图的波形图。从图中可以看出时钟信号中存在明显的信号过冲，它是引起通信错误的重要原因。

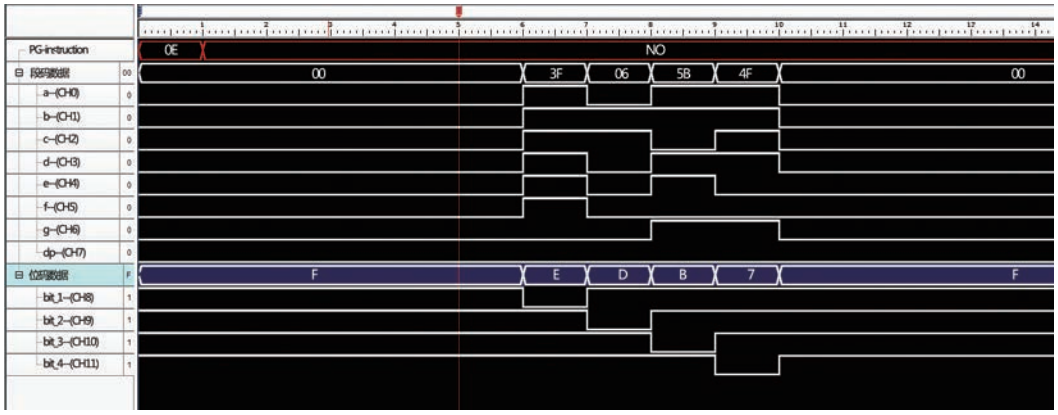


SPI波形测量

码型发生器应用于数码管与液晶调试

码型发生器可以根据测试需要，设置输出特定编码信号，驱动电路运行。如用于数码管、LM1602/12864 液晶等调试。下面以共阴四位八段数码管（LN3461AS）为例，通过 MI1062 码形发生功能，使之显示出“0123”和“4567”，更换时间间隔设置为 1s。

1 打开码型发生器，然后建立如下图所示的段码与位选数据线的定义（要与硬件连接相对应）。没有显示数码管的“小数点”，所以将“dp”数据线的数据始终设为低电位。

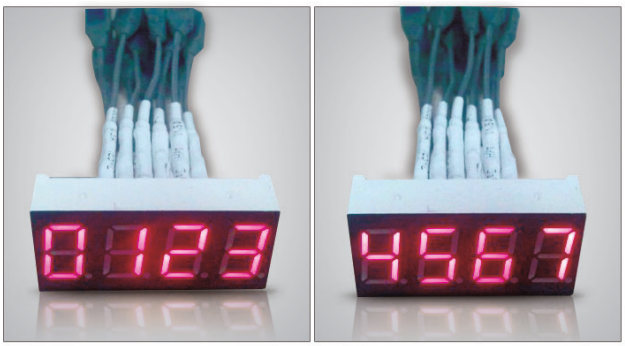


码型发生器

2 设置系统参数，设置内部时钟频率599.9Hz，输出电平选择3.3V，如下图所示。

时钟信号

3 点击下载运行键，将会出现如下图所示的现象。



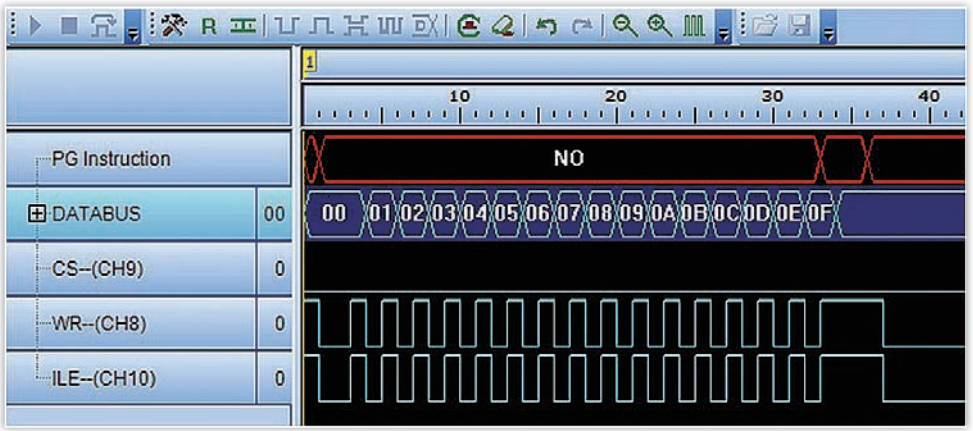
数码管测试

码型发生器和示波器联合调试数模转换电路

ADC（模数转换）和 DAC（数模转换）是应用最广泛的电路。计算机只能处理数字信号，所以需要通过 ADC 来将模拟信号变成数字，处理完成之后就需要通过 DAC 将数字信号转成模拟信号输出。MI1062 可通过码型发生器输出数字信号控制 DAC 输出模拟信号波形。

1 码型发生器输出数字逻辑给 DAC

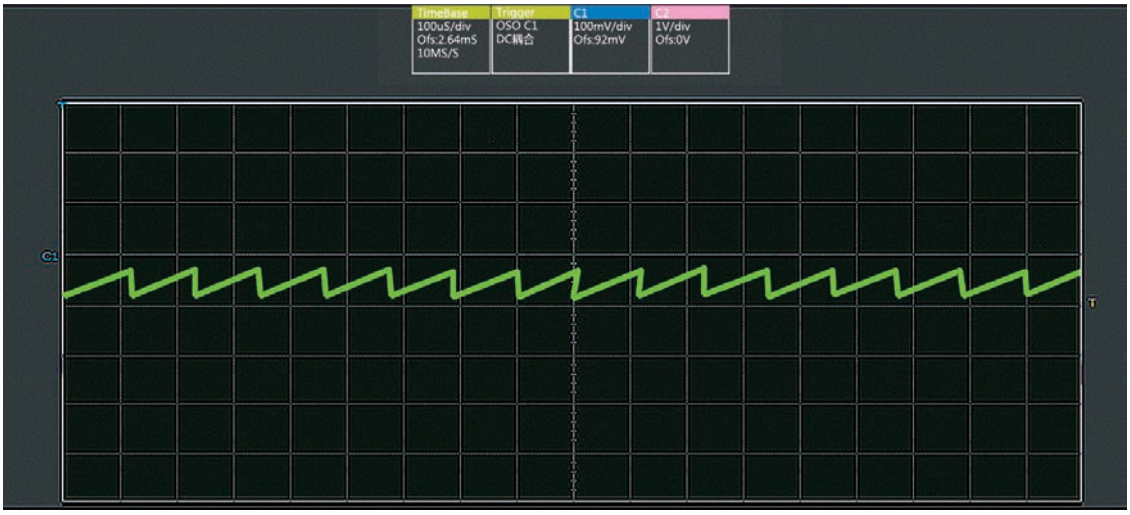
以典型的 DAC 芯片——DAC0832 为例，根据 DAC0832 的控制时序，设置码型发生器波形输出逻辑如下图所示，点击码型发生器的“运行”按钮，码型发生器就开始循环输出码形信号驱动 DAC 工作。



编辑输出逻辑

2 示波器测量 DAC 输出的模拟信号

用数字示波器的探头连接到 DAC0832 的信号输出端和 AGND 引脚，就可以观察到模拟端的输出的信号波形如下图所示，它是一个锯齿波。



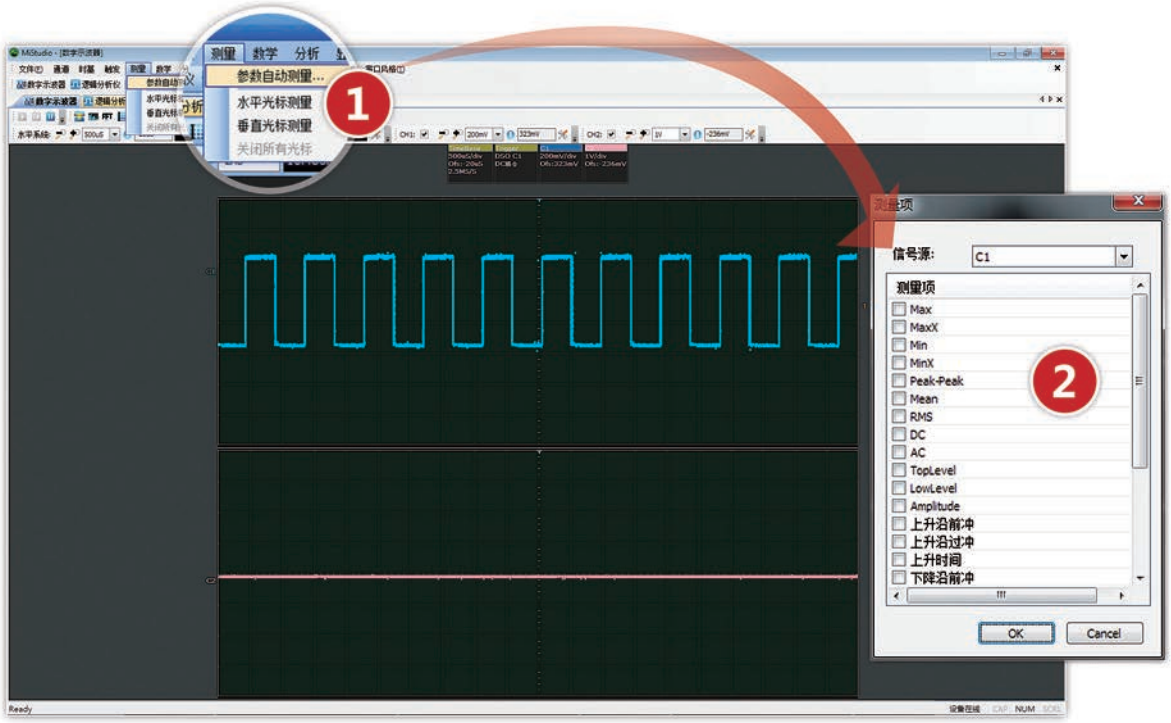
输出锯齿波信号

示波器自动测量分析 PWM 信号

PWM（脉宽调制）信号是最常用的开关控制信号，主要用于开关电源，驱动器，舵机转角控制等场合，占空比、幅值、频率都是 PWM 控制的关键参数。控制信号不输出或者不准确会导致异常情况。

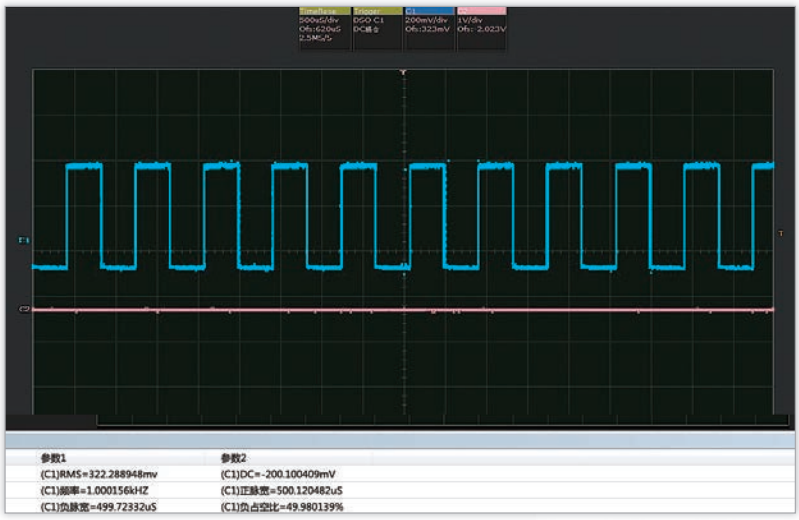
为了快速测量和调试 PWM 输出，使用示波器的自动测量功能可以快速测量出信号占空比、频率、幅值、过冲、峰峰值等多个参数。

1 打开示波器的参数自动测量功能，选择必要的测量项，包括频率、占空比和幅值如下图所示。



自动测量项目

2 启动参数自动测量后就得到如下图所示的测量值，勾选的测量项目均已测出。通过测量值可以确定当前输出信号是否已经达到控制要求，当存在控制偏差时，它也能为调试人员提供有用的调试参考信息。



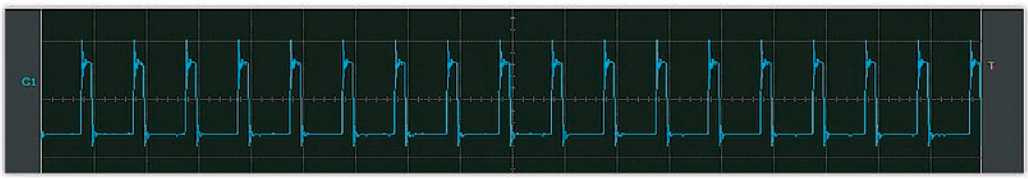
参数自动化测量

FFT 分析查找干扰频率

FFT（傅里叶变换）功能可以将时域信号变换到频域内去分析，这样就可以观察到被测信号的频率分布。

1 观察受干扰的信号波形

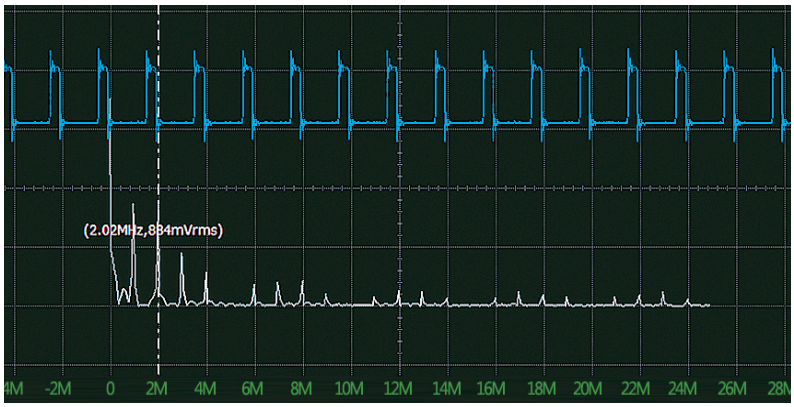
用通过 MI1062 的数字示波器观察到如下图所示的方波信号，可见受干扰程度严重，实际应用中常发生通信错误，为了找出干扰源，直接使用 FFT 功能做频域分析。



被干扰的方波

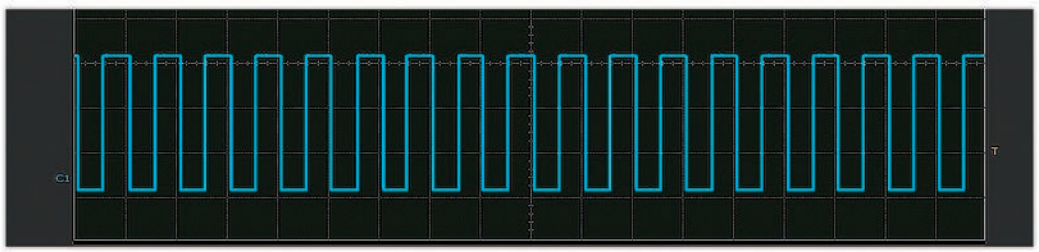
2 利用 FFT 分析排除干扰源

利用 MI1062 的 FFT 功能进行频谱分析，得到如下图所示的频率分布图，从中观察到 2MHz、4MHz、6MHz、8MHz 等存在明显的干扰。



FFT干扰信号频率分析

经过查找发现信号传输电缆旁边有一个无线发射设备，发射频率 1MHz 左右，以偶次谐波方式输出干扰。关掉设备之后干扰信号立即就消失了，如下图所示。



关闭干扰源后的波形

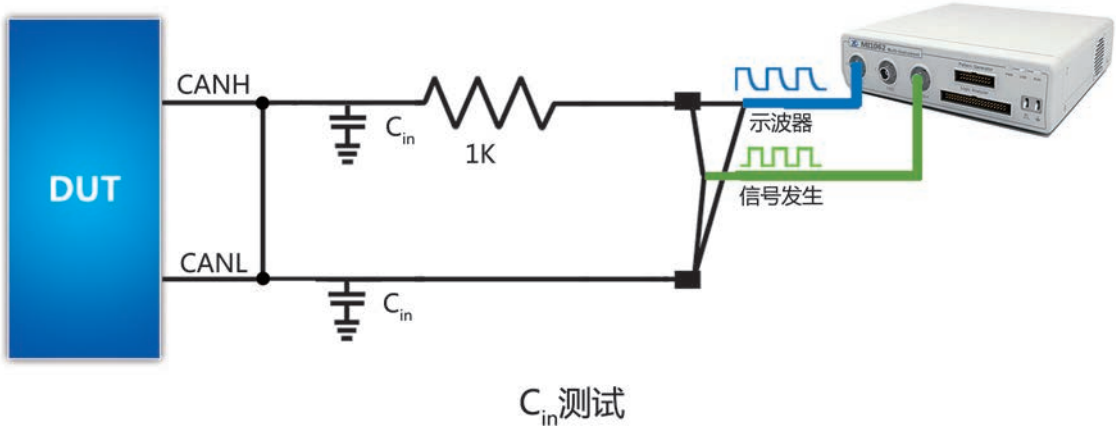
示波器和信号发生器联合测量总线分布电容

为了保证总线信号的完整性和系统通信的可靠性，总线分布式电容必须控制在一定的范围以内。CAN 总线是目前应用最广泛的现场总线之一，汽车电子领域中几乎全部通信都是基于 CAN，下面以此为例介绍分布式电容的测量方法。

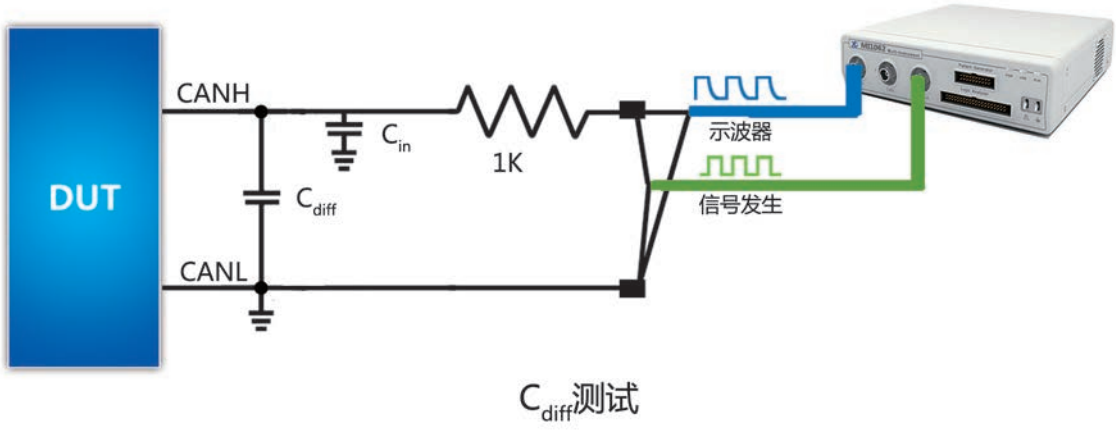
CAN 总线包括 CANH 和 CANL 两条线，之间存在差分电容 C_{diff}（C_{diff} 要求小于 90pF）和单条线缆对地电容 C_{in}(C_{in} 要求小于 150pF)。这两个取值必须达到允许条件方可应用于汽车。这两个参数的测量需要同时用到示波器和信号发生器。

1 分布式电容测量方法

测试的原理如下图所示，测试时 MI1062 的数字示波器和信号发生器都必须同时接在测试点上。信号发生器发出方波信号，利用示波器上升沿触发显示总线间电容的充放电曲线。总线分布式电容在充电后会有一个短暂的放电时间 ,放电曲线示意图如充放电计算电容原理图所示。

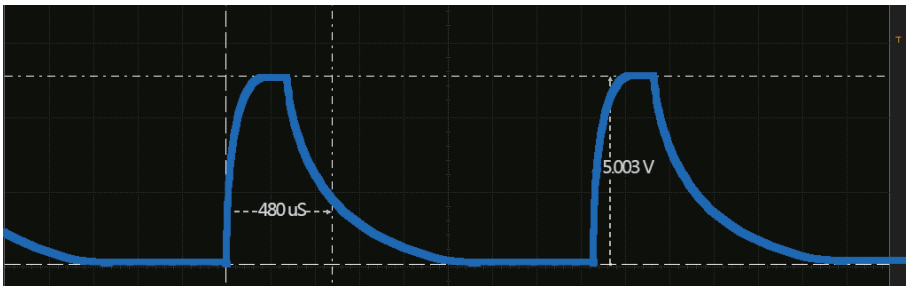


总线对地电容测试原理图

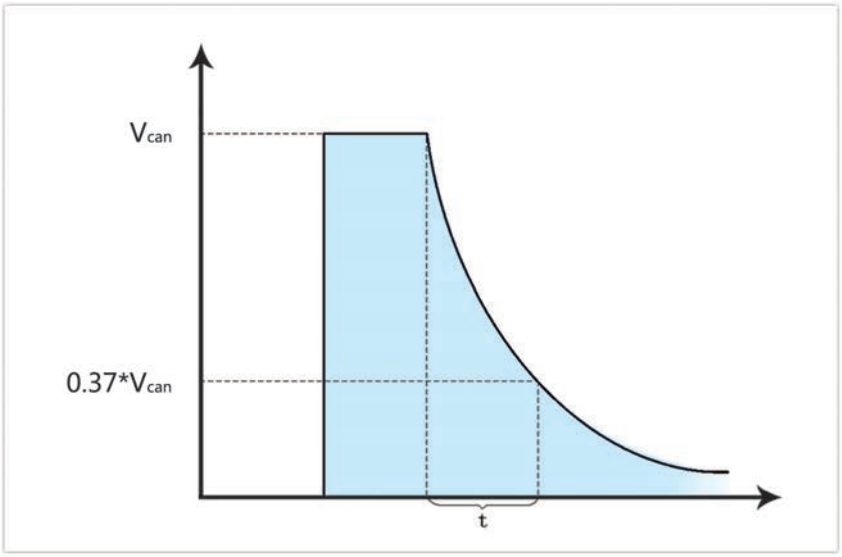


总线差分电容测试原理图

首先使用总线对地电容测试原理图所示的原理测试总线单边对地的电容。在信号发生器在输出方波信号后，通过示波器观察到如充放电计算电容原理图的电容充放电曲线图，并利用示波器测量出从 V_{can} 放电到 $0.37*V_{can}$ 时经历的时间 t。



CAN总线信号实际波形



充放电计算电容原理

2 计算总线分布式电容

利用电容充放电计算公式：

$$V_{0.37can}=V_{can}*exp(-t/(R*C_{setup}))$$

其中 R 为串联的充放电电阻，t 为放电时间，V_{can} 和 $V_{0.37can}$（等于 $0.37*V_{can}$）都是已知的，所以就能计算出 C_{setup}，于是可以得到：

$$C_{in}=C_{setup}/2.$$

使用类似的方法可以测量出图 2.22 所示的两个测试点之间的电容 C_{setup2}，为测量的电容是 C_{diff} 和 C_{in} 的和，所以计算 C_{diff} 的公式：

$$C_{diff}=C_{setup2}-C_{in}$$

分布式电容的存在会严重影响传输信号质量，为了保证通信稳定性和可靠性，通信总线对分布式电容值均有强制上限要求。本案例全面介绍了 MI1062 测量 CAN 总线分布式电容方法和原理。在实际应用中，MI1062 还可用于测量 Flexray、RS-485、RS-232 等总线分布式电容，这对于保证总线通信可靠性具有重要意义。